



Escola Universitaria de Arquitectura Técnica  
E.U.A.T.  
UNIVERSIDADE DA CORUÑA



TRABAJO FINAL DE MÁSTER  
Máster Universitario de Edificación Sostenible  
MUES18/19

# ESTUDIO DE UNA VIVIENDA PARA LOGRAR SU AUTOSUFICIENCIA

---

**Análisis técnico y económico de la implantación de sistemas  
renovables en una vivienda unifamiliar aislada ubicada en Oviedo**



**Autor:** Adirane Calvo Martínez  
**Director:** Francisco Javier López Rivadulla

**Curso:** 2018/2019  
**Convocatoria:** Septiembre 2019

***“La relación entre arquitecto y naturaleza es de amor-odio. La sostenibilidad consiste en construir pensando en el futuro , no solo teniendo en cuenta la resistencia física de un edificio, sino pensando también en su resistencia estilística, en los usos del futuro y en la resistencia del propio planeta y de sus recursos energéticos”***

**Renzo Piano, 1998**





## **RESUMEN**

Una de las mayores preocupaciones generales en la actualidad reside en el impacto que se está ocasionando sobre el medio ambiente debido a la totalidad de acciones llevadas a cabo por los seres humanos. Dentro de estas actividades, la construcción se mantiene entre los sectores que más contaminan el planeta y, sin embargo, presenta grandes oportunidades de actuación en la reducción de sus impactos, lo que a su vez contribuiría enormemente a resolver en parte la problemática ambiental. La más importante de estas oportunidades es la reducción de consumo y emisiones de las edificaciones a lo largo de su vida útil, pues es durante ese periodo de tiempo cuando los valores de consumo y emisiones se disparan.

Los nuevos conceptos de edificaciones de consumo casi nulo y edificaciones de consumo y emisiones netas nulas están a la orden del día en las reuniones periódicas de los responsables internacionales, estableciendo en ellas pautas y objetivos enfocados en la transformación del pensamiento tradicional derivado de un sector constructivo que, hasta el momento, tan sólo contemplaba el primar la rapidez de ejecución y en el beneficio económico en vez de garantizar un adecuado comportamiento, tanto en su relación con sus inquilinos como con el medio ambiente. Sin embargo, pese a los ambiciosos objetivos determinados en las reuniones antecitadas, aún existe una gran distancia a salvar entre la ya llevada a cabo construcción de edificaciones de consumo casi nulo y la obtención de edificaciones de consumo nulo y cero emisiones netas de carbono, que son las que realmente podrían aportar los mayores cambios a la reducción de la huella ecológica de las ciudades; pudiendo ser fomentada principalmente por las posibles convicciones generales de que una edificación de este tipo implica una dificultad añadida a la hora de plantear su viabilidad técnica y económica.

Es por ello por lo que inicialmente se plantea el documento presentado a continuación, en el cual se eligió una vivienda unifamiliar aislada, siendo esta tipología edificatoria la que más posibilidades presenta a la hora de iniciar la revolución de las edificaciones en pro del concepto de autosuficiencia, para demostrar, entre otros objetivos y por medio de análisis teóricos y cálculos específicos de las instalaciones necesarias, las opciones técnicas y económicas que ofrece la autosuficiencia de una edificación de este tipo.

Además se contempló todo el estudio en un emplazamiento distinto al que se ubicaría la vivienda, intentando con ello poner en valor las pautas más importantes relacionadas con la arquitectura bioclimática y la eficiencia energética, sin las cuales los futuros objetivos fijados no serían posibles; y dándole una importancia añadida al clima, no sólo para conseguir las condiciones de confort necesarias, sino para conseguir también sistemas de instalaciones totalmente eficaces.

En última instancia, se destaca la importancia de las certificaciones como una herramienta que podría aportar grandes avances en el desarrollo de la autosuficiencia energética.

Los análisis realizados suponen una evidencia teórica sobre la oportunidad real e inmediata que se tiene para llevar a cabo la transformación del futuro parque edificatorio, siendo para ello beneficioso continuar con el estudio dirigiéndolo hacia las distintas tipologías edificatorias para conocer realmente el alcance al que se podría llegar.

## **PALABRAS CLAVE**

Autosuficiencia, edificaciones cero carbono, energías renovables, eficiencia energética, certificación energética, viabilidad.



## **ABSTRACT**

One of the greatest general concerns today is the impact caused on the environment due to all the actions carried out by human beings. Within these activities, construction remains among one of the productive sectors which mostly contributes to the pollution of the planet. Nevertheless, construction sector presents some great opportunities of reducing environmental impacts and as a contribution to partially solve the environmental problem. The most important of these opportunities is the reduction of building consumption and emissions throughout their operating life, when consumption and emissions values soar.

New concepts as Nearly Zero Consumption Buildings, Zero Consumption buildings and Zero Net Emissions Buildings are the order of the day in regular international leaders meetings, where are established guidelines and objectives focused on the transformation of traditional construction sector way of thinking that, so far, only contemplates the priority of speed of execution and economic profit instead of guaranteeing proper behaviour, both in its relationship with its tenants and the environment. However, despite of the ambitious objectives determined in the aforementioned meetings, there is still a great distance to be saved between the already carried out Nearly Zero Consumption Buildings construction and getting Zero Consumption and Net Zero Carbon Emissions buildings, last one of them are the only ones which could really bring the greatest changes about on the reduction of cities ecological footprint. This distance between Zero Consumption and Nearly Zero Consumption Building could be mainly encouraged by the potential global thought that this type of building implies an added difficulty when considering its technical and economic feasibility.

That is why the document presented below is initially executed, throughout an isolated single-family house was chosen as the most feasible building typology on becoming a self-sufficient construction and being the one that presents more possibilities of starting the building revolution in favour of self-sufficiency concept. This text tries to demonstrate, among other objectives and through theoretical analysis and specific renewable system calculations, the technical and economic choices offered by the self-sufficiency of such a building.

In addition, the entire study was executed at a different location from where the house would be located, trying to put in value the most important guidelines related with bioclimatic architecture and energy efficiency concepts, without which ones the future goals would not be possible, Besides of adding value to the climate, not only to achieve the necessary comfort conditions, but also to achieve fully effective installation systems.

Finally, certification relevance is highlighted as a tool that could make great progress in the development of energy self-sufficiency.

The carried out analyses implies theoretical evidence about a real and a nearest chance to carry out the transformation of the future urban development. To do that it is necessary to continue with the study by focusing on different building typologies to really become aware of the extension that could be reached.

## **KEYWORDS**

Self-sufficiency, Zero Carbon Buildings, renewable sources, energy efficiency, energy certification, feasibility.



**ÍNDICE**

<b>1. PREFACIO .....</b>	<b>1</b>
1.1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS .....	5
1.3. MÉTODO .....	7
<b>2. ESTADO DEL ARTE .....</b>	<b>9</b>
2.1. MARCO HISTÓRICO .....	9
2.2. MARCO LEGISLATIVO .....	14
2.2.1. LEGISLACIÓN ESPAÑOLA PARA EL AUTOCONSUMO ELÉCTRICO .....	15
2.2.2. LEGISLACIÓN ESPAÑOLA PARA EL AUTOABASTECIMIENTO DE AGUA .....	18
2.3. CLASIFICACIÓN DE LAS EDIFICACIONES EN FUNCIÓN DE LA MAGNITUD DE SU IMPACTO MEDIOAMBIENTAL Y LA IMPORTANCIA DEL DISEÑO .....	20
2.4. LA IMPORTANCIA DEL CLIMA PARA LA CONSECUENCIA DE EDIFICACIONES DE CONSUMO Y EMISIONES NULAS .....	25
2.4.1. LAS DIFERENCIAS CLIMÁTICAS EN ESPAÑA .....	28
2.5. EL IMPACTO DE LAS EDIFICACIONES EN OTROS ASPECTOS: LA IMPORTANCIA DEL AGUA .....	31
2.6. EL PAPEL DE LAS CERTIFICACIONES EN EL DESARROLLO SOSTENIBLE .....	37
2.7. LA SITUACIÓN DE LAS EDIFICACIONES RESIDENCIALES EN ESPAÑA .....	42
2.8. ANÁLISIS .....	51
<b>3. PRESENTACIÓN DE LA VIVIENDA CASO DE ESTUDIO .....</b>	<b>54</b>
3.1. EMPLAZAMIENTO .....	54
3.2. DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA .....	55
3.3. CONCLUSIONES Y MODIFICACIONES .....	57
3.4. PLANOS GENERALES DE LA PARCELA Y LA VIVIENDA .....	58
<b>4. ANÁLISIS CLIMÁTICO DEL LUGAR .....</b>	<b>60</b>
4.1. ANÁLISIS DE LOS ARCHIVOS CLIMÁTICOS DE OVIEDO .....	60
4.2. CONCLUSIONES .....	66
<b>5. ESTUDIO DETALLADO MEDIANTE SIMULACIONES DE LAS CONDICIONES DE LA VIVIENDA CONFORME AL CLIMA DE OVIEDO .....</b>	<b>69</b>
5.1. INTRODUCCIÓN AL DESIGN BUILDER .....	69
5.2. DATOS PREVIOS AL ESTUDIO DE LA SIMULACIÓN .....	71
5.3. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE LA PRIMERA SIMULACIÓN .....	73
5.3.1. RESULTADOS DEL PERIODO DE INVIERNO .....	74
5.3.2. RESULTADOS DEL PERIODO DE VERANO .....	77
5.3.3. ELECCIÓN DE LOS MESES MÁS DESFAVORABLES .....	80
5.3.4. ELECCIÓN DE LA SEMANA DE INVIERNO MÁS DESFAVORABLE .....	81

5.3.4.1. RESULTADOS DE LA SEMANA MÁS DESFAVORABLE DE INVIERNO.....	81
5.4. SIMULACIÓN DE LA VIVIENDA INCORPORANDO VENTILACIÓN MECÁNICA .....	83
5.4.1. RESULTADOS DEL PERIODO DE INVIERNO.....	84
5.4.2. RESULTADOS DEL PERIODO DE VERANO .....	85
5.4.3. ELECCIÓN DEL MES MÁS DESFAVORABLE Y COMPARACIÓN DE RESULTADOS .....	85
5.4.4. RESULTADOS DE LA SEMANA MÁS DESFAVORABLE DE INVIERNO .....	87
5.5. CONCLUSIONES .....	88
<b>6. PROPUESTAS DE DISEÑO DE INSTALACIONES DE ENERGÍAS RENOVABLES .....</b>	<b>90</b>
6.1. ELECCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LAS PROPUESTAS .....	90
6.2. DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE LA VIVIENDA.....	98
6.2.1. SISTEMA DE VENTILACIÓN DE LA VIVIENDA .....	99
6.2.1.1. PLANOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN DE LA VIVIENDA .....	107
6.2.2. AGUA CALIENTE SANITARIA Y AGUA FRÍA SANITARIA .....	109
6.2.2.1. ABASTECIMIENTO DE AGUA CALIENTE SANITARIA: ENERGÍA SOLAR TÉRMICA .....	109
6.2.2.2. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA FRÍA SANITARIA.....	125
6.2.2.3. PLANOS DE ABASTECIMIENTO DE A.F.S. Y A.C.S.....	136
6.2.3. SISTEMA DE SANEAMIENTO .....	138
6.2.3.1. PLANOS DE LA RED DE SANEAMIENTO SEPARATIVA DE LA VIVIENDA....	146
6.2.4. SISTEMA DE CALEFACCIÓN.....	148
6.2.5. SISTEMA ENERGÉTICO.....	153
6.2.5.1. SISTEMA ELÉCTRICO.....	153
6.2.5.2. ABASTECIMIENTO ENERGÉTICO.....	156
6.2.5.3. PLANOS DE LA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA Y ELÉCTRICA DE LA VIVIENDA.....	168
<b>7. VIABILIDAD ECONÓMICA .....</b>	<b>170</b>
7.1. PRESUPUESTO DE LA VIVIENDA AUTOSUFICIENTE .....	171
7.2. AMORTIZACIÓN.....	184
7.3. ANÁLISIS .....	193
<b>8. CERTIFICACIÓN DE SOSTENIBILIDAD: INDICADORES ENERGÉTICOS Y DE AGUA.....</b>	<b>195</b>
8.1. ELECCIÓN DE LA CERTIFICACIÓN .....	195
8.2. PRESENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA .....	197
8.3. CERTIFICACIÓN BREEAM: CRITERIO DE ENERGÍA .....	199
8.4. CERTIFICACIÓN BREEAM: CRITERIO DE AGUA .....	204
8.5. CERTIFICACIÓN BREEAM: PUNTOS DE INNOVACIÓN.....	206



8.5. CERTIFICACIÓN BREEAM: RESULTADOS .....	207
<b>9. DISCUSIÓN .....</b>	<b>210</b>
<b>10. CONCLUSIONES .....</b>	<b>219</b>
<b>11. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>222</b>
<b>12. ANEXOS .....</b>	<b>232</b>
12.1. ANEXOS: SISTEMA DE VENTILACIÓN .....	233
12.2. ANEXOS: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE A.C.S. ....	248
12.3. ANEXOS: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE A.F.S. ....	260
12.4. ANEXOS: SISTEMA DE SANEAMIENTO .....	282
12.5. ANEXOS: SISTEMA DE CALEFACCIÓN .....	291
12.6. ANEXOS: SISTEMA ELÉCTRICO .....	296
12.7. ANEXOS: ABASTECIMIENTO ENERGÉTICO .....	375
12.8. ANEXOS: VIABILIDAD ECONÓMICA .....	393

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1.</b> Zonificación de la Tierra con respecto a la clasificación de Köppen .....	26
<b>Figura 2.</b> Zonificación detallada de la Tierra con respecto a la clasificación de Köppen .....	27
<b>Figura 3.</b> Atlas climatológico de España .....	30
<b>Figura 4.</b> Tipologías edificatorias en base a los objetivos Net Zero Water .....	35
<b>Figura 5.</b> Invento Chove Chuva para la potabilización de agua de lluvia a escala doméstica .....	36
<b>Figura 6.</b> Planta potabilizadora de agua de lluvia a escala doméstica .....	36
<b>Figura 7.</b> Consumo de energía de los países de la Unión Europea entre 2008 y 2018 .....	42
<b>Figura 8.</b> Consumo mundial de distintas fuentes de energía desde 1993 hasta 2018 .....	42
<b>Figura 9.</b> Consumo de las distintas regiones mundiales en función de las fuentes de energía en 2018 .....	43
<b>Figura 10.</b> Consumo de distintas fuentes de energía por regiones en 2018 .....	43
<b>Figura 11.</b> Porcentaje de energía procedente de fuentes renovables en el consumo final bruto de energía de los países de la Unión Europea .....	44
<b>Figura 12.</b> Tendencias en la construcción española en edificios de obra nueva en el periodo 2000-2016 .....	45
<b>Figura 13.</b> Progreso de la eficiencia energética según sectores en España en el periodo 2000-2016 .....	46
<b>Figura 14.</b> Consumo energético del sector residencial español en 2016 y del europeo en 2015 según usos .....	47
<b>Figura 15.</b> Consumo energético del sector residencial español en el periodo 2010-2017 en función de las distintas fuentes energéticas .....	47
<b>Figura 16.</b> Producción eléctrica en España 2018 en función de las fuentes energéticas empleadas .....	48
<b>Figura 17.</b> Producción eléctrica en España dependiente de fuentes energéticas empleadas (2014/18) .....	48
<b>Figura 18.</b> Producción eléctrica en España en función de las fuentes energéticas empleadas 2019 .....	49
<b>Figura 19.</b> Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en España (2008-2015) .....	49
<b>Figura 20.</b> Consumo de agua en los hogares españoles por provincias (2014) .....	50
<b>Figura 21.</b> Países de la Unión Europea según el porcentaje de hogares equipados con ACS solar (2014) .....	52
<b>Figura 22.</b> Localización de la parcela para la ubicación de la vivienda .....	54
<b>Figura 23.</b> Sistema constructivo del forjado inferior de la vivienda .....	55
<b>Figura 24.</b> Sistema constructivo de los muros exteriores de la vivienda .....	56
<b>Figura 25.</b> Sistema constructivo de la cubierta de la vivienda .....	56
<b>Figura 26.</b> Sistema constructivo de las particiones interiores de la vivienda .....	57
<b>Figura 27.</b> Indicativo y localización de la estación meteorológica encargada de medir la nubosidad .....	60
<b>Figura 28.</b> Gráfico de rango de temperaturas de Oviedo .....	61

<b>Figura 29.</b> Gráfico de promedios de radiación y temperatura de Oviedo.....	62
<b>Figura 30.</b> Gráficos de relación entre temperatura y humedad mensual de Oviedo.....	62
<b>Figura 31.</b> Gráfico de temperatura del suelo de Oviedo.....	63
<b>Figura 32.</b> Gráfico de rango de radiación de Oviedo.....	63
<b>Figura 33.</b> Escala de nubosidad en octas.....	64
<b>Figura 34.</b> Gráfico de rango de nubosidad de Oviedo.....	64
<b>Figura 35.</b> Gráfico soleamiento de Oviedo en la primera mitad del año .....	65
<b>Figura 36.</b> Gráfico soleamiento de Oviedo en la segunda mitad del año.....	65
<b>Figura 37.</b> Gráfico de velocidad del viento en Oviedo.....	65
<b>Figura 38.</b> Gráfico de distribución anual en % del viento en Oviedo .....	66
<b>Figura 39.</b> Gráfico psicrométrico de un día de invierno en Oviedo .....	67
<b>Figura 40.</b> Gráfico psicrométrico de una noche de invierno en Oviedo .....	67
<b>Figura 41.</b> Gráfico psicrométrico de un día de verano en Oviedo .....	68
<b>Figura 42.</b> Gráfico psicrométrico de una noche de verano en Oviedo .....	68
<b>Figura 43.</b> Gráfico de las opciones que ofrece Design Builder .....	69
<b>Figura 44:</b> Sistema constructivo envolvente (Fachadas, Cubierta y Forjado) .....	72
<b>Figura 45:</b> Modelado cámara de aire (cavities) .....	73
<b>Figura 46.</b> Gráficos de confort de la vivienda en periodo de invierno .....	74
<b>Figura 47:</b> Confort: temperatura y humedad .....	74
<b>Figura 48:</b> Confort: temperatura y temperatura radiante.....	75
<b>Figura 49:</b> Confort: temperatura operativa .....	75
<b>Figura 50.</b> Gráficos de ganancias internas de la vivienda en periodo de invierno.....	76
<b>Figura 51.</b> Gráficos de pérdidas de la vivienda en periodo de invierno .....	76
<b>Figura 52.</b> Gráficos de confort de la vivienda en periodo de verano .....	77
<b>Figura 53:</b> Temperatura y humedad .....	78
<b>Figura 54:</b> Temperatura y temperatura radiante .....	78
<b>Figura 55:</b> Confort: temperatura operativa .....	79
<b>Figura 56.</b> Gráficos de ganancias internas de la vivienda en periodo de verano .....	79
<b>Figura 57.</b> Gráficos de pérdidas de la vivienda en periodo de verano .....	80
<b>Figura 58.</b> Gráficos de confort de la vivienda en la semana más desfavorable de invierno .....	81
<b>Figura 59.</b> Gráficos de ganancias internas de la vivienda en la semana más desfavorable de invierno .....	82
<b>Figura 60.</b> Gráficos de pérdidas de la vivienda en la semana más desfavorable de invierno .....	83
<b>Figura 61.</b> Gráficos de confort de la vivienda con ventilación mecánica en invierno .....	84
<b>Figura 62.</b> Gráficos de confort de la vivienda con ventilación mecánica en verano .....	85
<b>Figura 63.</b> Gráficos de confort de la vivienda con ventilación mecánica en el mes más desfavorable de invierno .....	86

<b>Figura 64.</b> Gráficos de confort de la vivienda con ventilación mecánica en el mes más desfavorable de verano.....	86
<b>Figura 65.</b> Gráficos de confort de la vivienda con ventilación mecánica en la semana más desfavorable de invierno .....	87
<b>Figura 66.</b> Caudal mínimo de ventilación.....	99
<b>Figura 67.</b> Conductos Tubpla Pure 100 y NW75/90 .....	102
<b>Figura 68.</b> Caja de distribución 206 INLINE y adaptadores de diámetros de tuberías.....	102
<b>Figura 69.</b> Difusores y rejillas del sistema de ventilación .....	103
<b>Figura 70.</b> Sistema SIBER DF SKY 1 .....	105
<b>Figura 71.</b> Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios .....	105
<b>Figura 72.</b> Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior de edificios .....	105
<b>Figura 73.</b> Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el interior de edificios.....	105
<b>Figura 74.</b> Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el exterior de edificios.....	105
<b>Figura 75.</b> Techo técnico THERMATEX Schlicht.....	106
<b>Figura 76.</b> Valores límite pérdidas .....	113
<b>Figura 77.</b> Cálculo de pérdidas por Orientación e inclinación y sombras .....	113
<b>Figura 78.</b> Perfil de obstáculos y factores de corrección .....	114
<b>Figura 79.</b> Panel Saclima E-21 y características .....	114
<b>Figura 80.</b> Relación Temperatura-Porcentaje del Etilenglicol y Propilenglicol .....	115
<b>Figura 81.</b> Propiedades del Propilenglicol a 60° y al 35% de cantidad.....	116
<b>Figura 82.</b> Interacumulador DPV/I/ES 200.....	117
<b>Figura 83.</b> Capacidad en l/m en función de distintos diámetro de tubería.....	118
<b>Figura 84.</b> Vaso de expansión de 8 SMF, IBAIONDO .....	119
<b>Figura 85.</b> Diagrama pérdidas de carga en circuito primario .....	120
<b>Figura 86.</b> Factor de corrección K1 .....	119
<b>Figura 87.</b> Bomba E25/7.5 y curva característica de la misma.....	121
<b>Figura 88.</b> Bomba Sedical AMC 40/18-B y curva característica .....	124
<b>Figura 89.</b> Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios .....	125
<b>Figura 90.</b> Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior de edificios .....	125
<b>Figura 91.</b> Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el interior de edificios.....	125
<b>Figura 92.</b> Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el exterior de edificios.....	125

<b>Figura 93.</b> Depósito GRAF CARAT XL.....	129
<b>Figura 94.</b> Filtro GRAF Optimax autolimpiante.....	129
<b>Figura 95.</b> Diseño de depósitos decantadores .....	130
<b>Figura 96.</b> Filtro de carbón activado, carcasa y filtro .....	131
<b>Figura 97.</b> Depósito de agua potable GRAF Platin 1500l.....	131
<b>Figura 98.</b> Bomba sumergible GRAF Integra INOX .....	131
<b>Figura 99.</b> Bomba dosificadora HC997 PI 02-08 y filtro Esterilizador VIQUA UV-D4 .....	132
<b>Figura 100.</b> Diámetros mínimos de derivaciones a aparatos .....	133
<b>Figura 101.</b> Unidades correspondientes a los diferentes apartados sanitarios .....	138
<b>Figura 102.</b> Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante .....	139
<b>Figura 103.</b> Diámetro de las bajantes según el número de alturas del edificio y el número de UD .....	140
<b>Figura 104.</b> Diámetro de los colectores horizontales según el número máximo de UD y la pendiente .....	140
<b>Figura 105.</b> Dimensiones de las arquetas .....	141
<b>Figura 106.</b> Sistema de depuración One2Clean .....	142
<b>Figura 107.</b> Túnel de drenaje.....	142
<b>Figura 108.</b> Mini-separador de grasas.....	142
<b>Figura 109.</b> Mapa pluviométrico de España .....	143
<b>Figura 110.</b> Tabla de Intensidades pluviométricas .....	143
<b>Figura 111.</b> Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h.....	144
<b>Figura 112.</b> Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100mm/h.....	144
<b>Figura 113.</b> Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100mm/h.....	144
<b>Figura 114.</b> Factores de corrección para el cálculo de carga térmica en función de la orientación .....	150
<b>Figura 115.</b> Factores de corrección para el cálculo de carga térmica en función del aislamiento .....	150
<b>Figura 116.</b> Factores de corrección para el cálculo de carga térmica en función del emplazamiento .....	150
<b>Figura 117.</b> Fórmulas para la estimación de la potencia requerida .....	150
<b>Figura 118.</b> Situación de los radiadores en la vivienda objeto de estudio .....	152
<b>Figura 119.</b> Coeficientes climáticos en función de la zona climática .....	159
<b>Figura 120.</b> Ratios de producción en función de la zona climática .....	159
<b>Figura 121.</b> Determinación de los parámetros necesarios para conocer la Irradiancia en Oviedo .....	161
<b>Figura 122.</b> Resultados de la Irradiancia en Oviedo por meses .....	161
<b>Figura 123.</b> Perfil de obstáculos que proyectan sombra sobre los paneles de la vivienda.....	162

<b>Figura 124.</b> Factores de corrección del perfil de obstáculos .....	162
<b>Figura 125.</b> Regulador solar MPPT Outback FLEXmax FM80 de 80 amperios .....	162
<b>Figura 126.</b> Inversor Cargador 6000W 24V MPPT 60A Must Solar .....	166
<b>Figura 127.</b> Comparación de los presupuestos parciales de las instalaciones de la vivienda objeto de estudio .....	171
<b>Figura 128.</b> Tabla de amortización de la inversión de las instalaciones, exceptuando agua y saneamiento, de la vivienda objeto de estudio en comparación con la inversión requerida por una vivienda equivalente con presencia de caldera eléctrica.....	187
<b>Figura 129.</b> Tabla de amortización de la inversión de las instalaciones, exceptuando agua y saneamiento, de la vivienda objeto de estudio en comparación con la inversión requerida por una vivienda equivalente con presencia de radiadores eléctricos de bajo consumo .....	188
<b>Figura 130.</b> Tabla de amortización de la inversión de las instalaciones de agua y saneamiento, de la vivienda objeto de estudio en comparación con la inversión requerida por una vivienda equivalente .....	190
<b>Figura 131.</b> Tabla de amortización de la inversión de la totalidad de instalaciones de la vivienda objeto de estudio en comparación con la inversión requerida por una vivienda equivalente con caldera eléctrica .....	190
<b>Figura 132.</b> Tabla de amortización de la inversión de la totalidad de instalaciones de la vivienda objeto de estudio en comparación con la inversión requerida por una vivienda equivalente con presencia de radiadores eléctricos de bajo consumo .....	191
<b>Figura 133.</b> Tabla de amortización de la inversión incluyendo subvención de la totalidad de instalaciones de la vivienda objeto de estudio en comparación con la inversión requerida por una vivienda equivalente con presencia de caldera eléctrica.....	192
<b>Figura 134.</b> Tabla de amortización de la inversión incluyendo subvención de la totalidad de instalaciones de la vivienda objeto de estudio en comparación con la inversión requerida por una vivienda equivalente con presencia de radiadores eléctricos de bajo consumo .....	193
<b>Figura 135.</b> Diferencia de puntuaciones entre algunas de las certificaciones energéticas de carácter voluntario.....	197
<b>Figura 136.</b> Interfaz de la herramienta BREEAM VIVIENDA 2011: Detalles de evaluación .....	198
<b>Figura 137.</b> Interfaz de la herramienta BREEAM VIVIENDA 2011: Puntos BREEAM ES .....	198
<b>Figura 138.</b> Interfaz de la herramienta BREEAM VIVIENDA 2011: Puntuación final .....	199
<b>Figura 139.</b> Calificación energética de la vivienda: Emisiones globales de CO2 .....	201
<b>Figura 140.</b> Requisito ENE18 Tasa de emisión de la vivienda: Puntuación en función del porcentaje de mejora sobre las exigencias de la Normativa Nacional de Edificios.....	202
<b>Figura 141.</b> Calificación de la demanda de calefacción y Refrigeración de la vivienda .....	202
<b>Figura 142.</b> Evaluación de la mejora de la Demanda de Calefacción frente a la demanda límite exigida por el CTE DB-HE1 .....	203
<b>Figura 143.</b> Porcentajes obtenidos en Evaluación BREEAM .....	207
<b>Figura 144.</b> Gráfico comparativo de los porcentajes obtenidos en Evaluación BREEAM.....	207
<b>Figura 145.</b> Clasificación BREEAM de la vivienda .....	208

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1.</b> Clasificación de Köppen.....	26
<b>Tabla 2.</b> Diferencia de temperaturas en la península Ibérica .....	28
<b>Tabla 3.</b> Leyenda del Atlas climatológico de España .....	30
<b>Tabla 4.</b> Valores de met y clo.....	66
<b>Tabla 5.</b> Superficies de la vivienda .....	99
<b>Tabla 6.</b> Caudales de Admisión y Extracción de la vivienda .....	100
<b>Tabla 7.</b> Equilibrio de caudales de extracción y admisión .....	100
<b>Tabla 8.</b> Cálculo de la sección de tuberías de ventilación .....	101
<b>Tabla 9.</b> Cálculo de la sección normalizada de tuberías de ventilación y velocidades .....	101
<b>Tabla 10.</b> Datos previos para el cálculo de las pérdidas de carga de ventilación .....	103
<b>Tabla 11.</b> Pérdidas de carga en conductos de ventilación .....	104
<b>Tabla 12.</b> Pérdidas de carga totales en sistema de ventilación.....	104
<b>Tabla 13.</b> Datos de Oviedo .....	109
<b>Tabla 14.</b> Datos de Ocupación.....	109
<b>Tabla 15.</b> Datos de Demanda de ACS.....	110
<b>Tabla 16.</b> Tª media de red en Oviedo .....	110
<b>Tabla 17.</b> Demanda de ACS de la vivienda .....	110
<b>Tabla 18.</b> Irradiancia en Oviedo .....	111
<b>Tabla 19.</b> Energía unitaria por m <sup>2</sup> de captador .....	112
<b>Tabla 20.</b> Datos de Inclinación y Orientación de los paneles solares .....	113
<b>Tabla 21.</b> Datos de situación de obstáculos .....	113
<b>Tabla 22.</b> Cálculo de pérdidas por sombras arrojadas .....	114
<b>Tabla 23.</b> Cálculo del área de captación y número de paneles .....	115
<b>Tabla 24.</b> Distancia entre elementos.....	115
<b>Tabla 25.</b> Propiedades del propilenglicol a 60°C .....	116
<b>Tabla 26.</b> Dimensionado del Acumulador de ACS.....	117
<b>Tabla 27.</b> Cálculo de la velocidad en circuito primario.....	118
<b>Tabla 28.</b> Cálculo de la capacidad del circuito primario.....	118
<b>Tabla 29.</b> Cálculo del volumen de los vasos de expansión .....	119
<b>Tabla 30.</b> Pérdidas de carga por metro de tubería .....	120
<b>Tabla 31.</b> Pérdidas de carga circuito primario .....	120
<b>Tabla 32.</b> Cálculo de caudal punta en circuito secundario ACS.....	121
<b>Tabla 33.</b> Dimensionado de tramos generales de tuberías de ACS.....	121
<b>Tabla 34.</b> Dimensionado de derivaciones de ACS a aparatos .....	122
<b>Tabla 35.</b> Datos de partida para cálculos de pérdidas de presión en tuberías de ACS .....	122



<b>Tabla 36.</b> Cálculos de pérdidas de presión en tuberías de ACS parte 1 .....	123
<b>Tabla 37.</b> Cálculos de pérdidas de presión en tuberías de ACS parte 2 .....	123
<b>Tabla 38.</b> Datos para elección de la bomba de impulsión de ACS .....	124
<b>Tabla 39.</b> Valores climatológicos normales de Oviedo .....	126
<b>Tabla 40.</b> Consumo de agua de la vivienda .....	127
<b>Tabla 41.</b> Cálculo del caudal punta y simultaneo de la instalación de AFS.....	132
<b>Tabla 42.</b> Dimensionado de tramos generales de tuberías de AFS .....	133
<b>Tabla 43.</b> Datos de partida para cálculos de pérdidas de presión en tuberías de AFS.....	134
<b>Tabla 44.</b> Cálculos de pérdidas de presión en tuberías de AFS parte 1 .....	134
<b>Tabla 45.</b> Cálculos de pérdidas de presión en tuberías de AFS parte 2.....	135
<b>Tabla 46.</b> Diámetros de las derivaciones individuales de la vivienda .....	138
<b>Tabla 47.</b> Diámetros de ramales generales de la vivienda .....	139
<b>Tabla 48.</b> Diámetros de bajantes de la vivienda .....	140
<b>Tabla 49.</b> Superficies corregidas de la vivienda para la intensidad pluviométrica de Oviedo .....	143
<b>Tabla 50.</b> Datos de canalones y bajantes para recogida de agua de lluvia en la vivienda.....	144
<b>Tabla 51.</b> Datos de colectores generales para recogida de agua de lluvia en la vivienda .....	145
<b>Tabla 52.</b> Datos de las estancias de la vivienda .....	149
<b>Tabla 53.</b> Estimación de la potencia requerida por estancia y total de la vivienda.....	151
<b>Tabla 54.</b> Estimación de los radiadores necesarios, potencia instalada y consumo .....	151
<b>Tabla 55.</b> Datos de Iluminación de la vivienda .....	153
<b>Tabla 56.</b> Datos de Iluminación de la vivienda .....	154
<b>Tabla 57.</b> Cálculo de las secciones del cableado eléctrico .....	155
<b>Tabla 58.</b> Normalización de secciones, cálculo de canalizaciones e Interruptores .....	155
<b>Tabla 59.</b> Cálculo instalación puesta a tierra.....	156
<b>Tabla 60.</b> Datos de los consumos de la vivienda .....	158
<b>Tabla 61.</b> Datos de partida para el cálculo de la instalación solar fotovoltaica .....	159
<b>Tabla 62.</b> Consumo medio de energía diario de la instalación solar fotovoltaica .....	160
<b>Tabla 63.</b> Datos de los obstáculos que proyectan sombra sobre los paneles de la vivienda .....	162
<b>Tabla 64.</b> Porcentaje de sombras proyectadas sobre los módulos fotovoltaicos de la vivienda .....	163
<b>Tabla 65.</b> Cálculo del número de módulos fotovoltaicos de la vivienda.....	163
<b>Tabla 66.</b> Distancia entre módulos fotovoltaicos.....	164
<b>Tabla 67.</b> Disposición de módulos fotovoltaicos.....	164
<b>Tabla 68.</b> Cálculo de los bancos de baterías .....	165
<b>Tabla 69.</b> Cálculo del regulador.....	165
<b>Tabla 70.</b> Cálculo del inversor .....	166
<b>Tabla 71.</b> Caídas máximas de tensión de los circuitos en la instalación solar fotovoltaica .....	167

<b>Tabla 72.</b> Cálculo del cableado de la instalación solar fotovoltaica.....	167
<b>Tabla 73.</b> Datos de los consumos de una vivienda equivalente a la vivienda objeto de estudio con presencia de caldera eléctrica.....	185
<b>Tabla 74.</b> Datos de los consumos de una vivienda equivalente a la vivienda objeto de estudio con presencia de radiadores eléctricos de bajo consumo .....	185
<b>Tabla 75.</b> Datos de la factura eléctrica de la vivienda equivalente a la vivienda objeto de estudio con presencia de caldera eléctrica .....	186
<b>Tabla 76.</b> Datos de la factura eléctrica de la vivienda equivalente a la vivienda objeto de estudio con presencia de radiadores eléctricos de bajo consumo .....	186
<b>Tabla 77.</b> Datos de la factura de agua y saneamiento de la vivienda equivalente a la vivienda objeto de estudio .....	189
<b>Tabla 78.</b> Cálculo de la factura de agua y saneamiento de la vivienda equivalente a la vivienda objeto de estudio .....	189
<b>Tabla 79.</b> Características generales de la certificación BREEAM .....	196



## **1. PREFACIO**

### **1.1. INTRODUCCIÓN**

Poco a poco se va reforzando una idea de cambio global, no tan solo en la sociedad en general, sino también en el pensamiento de los responsables políticos y en el sistema económico en particular. Esta variación de las convicciones sociales se debe, en su mayor medida, a una alteración del medio ambiente que tiene su origen en la actividad humana. La velocidad a la que se está produciendo dicha alteración sugiere unas dimensiones hasta ahora desconocidas de los procesos biológicos, climatológicos y geológicos, los cuales están transformando el medio ambiente a pasos agigantados. (Jiménez Herrero 2003)

El problema viene dado porque la toma de decisiones en cuanto al desarrollo de la sociedad actual se ha basado en una serie de principios que, han calado tan profundamente en la sociedad hasta la fecha, que ya ni siquiera se hace una pausa para pensar en las bases tan desacertadas que tienen las prácticas más habituales. (Verdaguer Viana Cárdenas 2000)

Las ideas de que los recursos son ilimitados, que el planeta es capaz de equilibrar sus ciclos naturales de forma continuada e infinita y que la ciencia y la tecnología podrán resolver los problemas derivados de los actos humanos (Verdaguer Viana Cárdenas 2000), están llevando el planeta, por el contrario, a su total destrucción, ocasionando, entre otros problemas, fuentes de recursos naturales al borde del agotamiento por las que la materia prima y la energía se ven afectadas, el cambio climático y una cantidad de residuos tan grande que el ecosistema no es capaz de descomponer (Garrido García 2007).

La idea actual del concepto de desarrollo económico está directamente relacionada con el medio ambiente. Es cierto que el hombre, por medio de su desarrollo y su actividad, siempre ha tenido un impacto mayor en la naturaleza que otras especies (Garrido García 2007), sin embargo, el menor grado de impacto que la especie humana poseía en sus inicios no se mantiene a lo largo del tiempo.

El punto de inflexión fue la revolución industrial, donde se comenzó a llevar un modelo económico y de mercado muy por encima de las posibilidades del planeta (Naredo 1996). La idea de la producción y compra masiva, así como la apresurada consideración de los elementos que se compran como desperdicios que ya no sirven, se tomaron como pauta general económica y de 'desarrollo' y 'progreso', pero si se piensa fríamente cada concepto en sí mismo ya es insostenible (Jiménez Herrero 2003). Este progreso, por el mero hecho de llevarse a cabo sin tener en cuenta el medio ambiente, conlleva unos valores enormes de deterioro planetario. *“La población acaba por hundirse y morir, y quizás no porque se acaben los recursos, quizá la población muera ahogada en el veneno de sus propios deshechos y residuos [...] La insostenibilidad consiste en eso.”* (Mariano Vázquez Espí, 1998)

Cuando la sociedad comenzó a ser consciente del problema intrínseco al modelo de vida que se llevaba a cabo, se introdujo un nuevo concepto que tiene sus orígenes en los años 60, 'el desarrollo sostenible'. (Verdaguer Viana Cárdenas 2000)

El concepto de 'desarrollo sostenible' en un principio no tuvo un gran impacto en la sociedad. Sin embargo, con la definición del término como *“aquel que permite satisfacer nuestras necesidades sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas”* dado en el Informe Brundtlandt en 1987 (Naredo 1996), se fue poniendo de moda, quizás por su carácter menos explícito que permitía diversas interpretaciones, pero en definitiva llevaba intrínseco la crítica al modelo de vida actual. (Jiménez Herrero 2003)

A partir del concepto de 'desarrollo sostenible' y tras los primeros indicios de problemas palpables en los ecosistemas, la sociedad se está concienciando de que las actividades, entre

las que se encuentran las llevadas a cabo en el sector de la construcción, son insostenibles (Jiménez Herrero 2003; Verdaguer Viana Cárdenas 2000; Naredo 1996), pero no es tan consciente de cómo actuar y dónde exactamente para que el cambio sea factible (Jiménez Herrero 2003), puesto que es poca la cantidad de población que entiende realmente la gravedad del problema. Esto es debido a que el pensamiento general, en este caso incorrecto, indica que por medio de este desarrollo se pueden llegar a perder los niveles de calidad de vida a los que ya se han acostumbrado. (Garrido García 2007)

Se puede afirmar que un 'desarrollo sostenible' no implica una pérdida de calidad inevitable, por el contrario, un desarrollo sostenible eficiente supone que la sostenibilidad de las actividades depende de la capacidad del hombre para abastecerse de menos recursos, reducir sus residuos y deshacerse adecuadamente de los mismos a su vez, mientras controla y reduce las pérdidas de calidad de dichas actividades y la pérdida de calidad del ritmo de vida social (Naredo 1996). Es decir, la sostenibilidad no limita la continuidad del desarrollo humano, por el contrario, aumenta en el tiempo la capacidad de los seres humanos de desarrollarse ya que, por el hecho de no ir acompañado del medio que lo sustenta, tiene fecha de caducidad. (Alberich 2005)

Las ciudades actuales son un ejemplo claro de la actividad del hombre sobre el territorio, de su uso en base a su apropiación y de su impacto (Alberich 2005). Son espacios totalmente artificiales, creados por el hombre para su utilización y confort, que se sustentan a partir del medio que las rodea y al cual envía sus residuos confiándole su eliminación total o parcial (Alberich 2005).

Desde la revolución industrial se comienza a construir rápidamente (Verdaguer Viana Cárdenas 2000), sin pensar en el lugar, de dónde provienen las materias y las energías, utilizadas para poder habitar en las edificaciones tal y como se conocen actualmente, o la peligrosidad de los residuos que generarán tanto unas como otras; en consecuencia se generan edificios que funcionan como máquinas de habitar, que consumen gran cantidad de recursos y generan gran cantidad de residuos a lo largo de su vida útil (Alberich 2005). Este impacto es conocido como 'huella ecológica de la ciudad'. (Verdaguer Viana Cárdenas 2000; Garrido García 2007)

La huella ecológica de la ciudad, la cual contiene implícita la huella ecológica de la edificación, contribuye activamente al cambio climático. El aumento de la temperatura del planeta es un hecho contrastado de sobra en la actualidad, el cual afectará duramente al equilibrio de los ecosistemas y con ello, al equilibrio de la totalidad de especies, abarcando también al conjunto de los seres humanos. (Neumann, Millán y Rodríguez Aumente 2005)

Para garantizar, tanto la construcción de las viviendas, como las comodidades a las que tenemos acceso dentro de las edificaciones, (electricidad y electrodomésticos, acceso a agua caliente, calefacción y refrigeración, entre otras) las edificaciones consumen una gran cantidad de energía (Neumann, Millán y Rodríguez Aumente 2005) y esto contribuye notablemente al impacto de las edificaciones en el medio ambiente, ya que la producción de esta energía sigue basándose en combustibles fósiles, emisores de grandes cantidades de gases de efecto invernadero a la atmósfera; aunque poco a poco se comienzan a introducir, entre esas producciones, las energías renovables.

Tan solo en España, la construcción representa el 36% de las emisiones de CO<sub>2</sub> y un 40% de la energía consumida según la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo. Además la construcción consume la mayor parte de materias para poder llevarse a cabo y genera la mayor parte de residuos (de Luxán García de Diego 2004).

Dentro de este porcentaje tan elevado de emisiones se encuentran las provenientes de la construcción del edificio, el transporte de materiales y recursos edificatorios, de su uso y de la gestión de sus residuos al finalizar su vida útil y ser demolido. Sin embargo, se puede afirmar que, aunque los procesos al principio y final de la vida útil de una edificación son intensos en cuanto a consumo de energía y, consecuentemente, emisiones de CO<sub>2</sub>, la larga durabilidad de

los edificios permite que un alto porcentaje de ese total sea debido al consumo energético de la edificación durante su utilización. (Neumann, Millán y Rodríguez Aumente 2005)

Por otro lado, hasta hace relativamente poco tiempo, la sociedad no conocía las características contaminantes de las edificaciones y, aún hoy en día, no es un conocimiento arraigado. Por el contrario, la contaminación global y el cambio climático se asocia de forma más inmediata a sectores como el de la industria y el transporte, omitiendo con ello uno de los sectores que aportan el tercero de los mayores porcentajes de contaminación de las ciudades, equiparables en gran medida a los correspondientes a los sectores antemencionados. La escasa apreciación del problema está incentivada por la abundancia de la energía en los países más desarrollados que, por otro lado, son los mayores contribuidores a los efectos del cambio climático, así como al error de no asociar directamente la contaminación de la industria generadora de dicha energía con la edificación, puesto a que dicha energía se suele producir alejada de las edificaciones, por lo que parece permanecer oculta. (Neumann, Millán y Rodríguez Aumente 2005)

Sin embargo, a partir de la introducción en la sociedad del término 'sostenibilidad' y, tras la evidente generación de problemas ambientales de las ciudades, tanto en sí mismas como en su incidencia en la naturaleza, se comienza a asociar el problema también a las edificaciones y surge la necesidad de crear alternativas a los medios habituales de consumo en las mismas para reducir las emisiones contaminantes (Verdaguer Viana Cárdenas 2000; Alberich 2005; de Luxán García de Diego 2004).

Por ello, hay que comenzar a plantearse un cambio en la modalidad de pensar la construcción y el abastecimiento de las edificaciones, fomentando la construcción inteligente, es decir, construir de forma sostenible las nuevas edificaciones y tratar de 'reciclar' los edificios ya construidos, fomentando que sus emisiones sean menores. (Vázquez Espí 1998)

Los principios bioclimáticos en cuanto a energía, gestión de residuos y contaminación han de estar ya presentes en las edificaciones, utilizando de forma positiva las condiciones medioambientales a lo largo de su construcción y vida útil. (Neila 2000)

Actualmente ya se dan los primeros pasos en cuanto al uso de energía eficiente, materiales de origen natural o al menos no tan contaminantes con el medio y la gestión del agua como un recurso escaso; así se comienza a hablar de edificaciones y construcción sostenibles (de Luxán García de Diego 2004) entendiendo por construcción sostenible según Aurelio Ramírez Presidente del Consejo de la Construcción Verde, España *"aquella que teniendo especial respeto y compromiso con el medio ambiente, implica el uso eficiente de la energía y del agua, los recursos y materiales no perjudiciales para el medioambiente, resulta más saludable y se dirige hacia una reducción de los impactos ambientales"* (Ramírez 2002) .

Como puede observarse, para conseguir una construcción sostenible se han de comenzar a aplicar una serie de criterios basados en la sostenibilidad, cuyos principios nos dirigen hacia la correcta utilización y conservación de los recursos en construcción, así como una reducción energética y de consumo de agua. (Montilla Moreno 2010).

Entre esos principios se encuentran los criterios relacionados con la arquitectura bioclimática; como la adecuación de la envolvente a las necesidades de confort de sus habitantes, logrando con ello reducir las pérdidas energéticas por sus cerramientos, la adecuación de la edificación al lugar donde está ubicado y la elección de una orientación correcta para aumentar las ganancias térmicas internas en periodos invernales, sin dejar a un lado la disminución de dichas ganancias en periodos estivales, además de incorporar técnicas y materiales eficientes energéticamente hablando. También se ha de fomentar la incorporación de tecnologías eficientes que, junto con los principios anteriormente citados, permitirán una reducción del consumo en la edificación y la aplicación, para abastecer ese consumo, de los nuevos sistemas renovables de la forma que sea más viable, tanto económicamente hablando como en términos de eficiencia. (Neumann, Millán y Rodríguez Aumente 2005)

Todos estos principios se están instaurando muy rápidamente en la actualidad gracias a los diversos códigos y estándares de la energía en la construcción, como son las certificaciones energéticas, cuyos fundamentos se basan en el desarrollo de buenas prácticas edificatorias con un mayor nivel que las requeridas por la actual normativa edificatoria. Algunos de ellos son BREEAM, LEED, Passivhaus, Verde, DGNB, entre otros, los cuales son estándares son totalmente voluntarios y están implantados en la mayoría de países del mundo. (Abergel, Dean y Dulac 2017)

Seguir las pautas de las certificaciones, en principio, permite mejorar el rendimiento energético de las edificaciones, siendo una parte importante para contribuir a solventar los problemas ocasionados por el sector de la construcción durante el inicio, vida útil y fin de la vida útil del edificio; reduciendo tanto el consumo, como las emisiones contaminantes del mismo y, a su vez, revalorizándolo en comparación con el campo edificatorio presente en las ciudades. (Abergel, Dean y Dulac 2017)

Como se puede intuir con lo mencionado hasta ahora en este documento, la tendencia actual nos dirige hacia la consecución de edificios de consumo casi nulo o 'nZEB' y la legislación europea deja muy claro que, las edificaciones de carácter 'nZEB' en la totalidad de Europa es un hecho que deja de ser una opción para ser de obligado cumplimiento. (Ramirez 2002).

Sin embargo, ya se están implementando las medidas necesarias para la consecución de edificios denominados cero-carbono, los cuales no emiten gases de efecto invernadero durante su vida útil gracias a una serie de tecnologías eficientes energéticamente hablando, como son los sistemas de energía renovable. Entre esas medidas se encuentran los compromisos adoptados en la *Cumbre Global de Acción Climática* en 2018 (Matthews 2018) donde, por medio del *Plan Acción Climática de C40*, los líderes de algunas de las ciudades más grandes del mundo se comprometieron a hacer que los edificios de nueva construcción no produzcan emisiones de carbono para 2030 y que todos los edificios no emitan gases efecto invernadero para 2050, asegurando que éstos no contribuyan al cambio climático. (Day et al. 2018)

Cabe destacar que en esta cumbre, se habla de emisiones netas de carbono anuales y no de cero emisiones de los edificios puesto que, durante el proceso de fabricación de materiales de construcción, el transporte y la propia construcción, es inevitable la emisión de gases de efecto invernadero, aunque por otro lado, actualmente ya se están tomando medidas para su reducción.

Las nuevas legislaciones y el pensamiento global de los líderes mundiales parecen focalizarse pues, en un cambio total de la vivienda tal y como se conoce actualmente, apostando por el autoconsumo como solución para la consecución de edificaciones cero-carbono, aprovechando las nuevas tendencias hacia la edificación de consumo casi nulo y los avances de los sistemas renovables para el abastecimiento de las edificaciones.

Pese a todas las normativas, regulaciones, códigos y estándares, para cumplir los objetivos fijados para el 2030 y 2050, se necesitará la concienciación real de los principales agentes que participan en el sector constructivo, así como de los habitantes de las edificaciones, tanto de nueva construcción como las ya existentes, desmontando los conceptos relacionados con las edificaciones tal y como se conocen y, demostrando que la consecución de una nueva tipología de vivienda autosuficiente es posible con las herramientas y los conocimientos actuales y que, poco a poco, dejará de ser una opción para convertirse en una obligación por lo que, consecuentemente, hay que favorecer el cambio.

En resumen, los edificios constituyen uno de los consumidores de energía y emisores de contaminantes más importantes de las ciudades de todo el mundo, por ello, es necesario contribuir a la evolución de dichas edificaciones para paliar los efectos que la actividad humana está produciendo sobre el planeta. La eficiencia energética es el factor más relevante para conseguir esa contribución, puesto que es el campo del ciclo del edificio donde más fácilmente se puede actuar y se mantiene en el tiempo, a lo largo de la vida útil del mismo.



Todo ello comenzará gracias al replanteo del proceso de diseño de las edificaciones y a la implementación de instalaciones basadas en energías renovables que abastezcan el 100% de las necesidades de las mismas, eligiendo cuidadosamente las más eficientes conforme a las características tanto del lugar como de la edificación, puesto que actualmente existe una gran oferta de tecnologías disponibles que hacen esto posible.

Este proceso finalizará con la concienciación ciudadana sobre el ahorro energético para reducir los consumos desmesurados que se producen en la vivienda, así como con el fomento de la confianza en las nuevas energías como método sustitutivo de aquellas contaminantes. Sólo así se conseguirá iniciar realmente el desarrollo sostenible del sector constructivo para que, en un futuro, las ciudades pasen de ser núcleos contaminantes a ciudades neutras en carbono, favoreciendo el mantenimiento de un planeta sano y habitable para todas las especies. Se apoyará así, la esencia básica de la idea que acompaña al desarrollo sostenible, puesto que se podrán satisfacer nuestras necesidades sin perjudicar el aumento de nivel de vida que acompaña al desarrollo de la especie humana pero, al mismo tiempo, evitando que las posibilidades de satisfacción de las necesidades de las nuevas generaciones, así como su calidad de vida, se vean mermadas.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS**

A principios de los años 90 comienzan a observarse las consecuencias del cambio climático debido a la emisión de gases de efecto invernadero al medio ambiente, ya mencionados en el Informe Brundtland en 1987, donde se exponía que el consumo de energía contaminante genera emisiones de CO<sub>2</sub> responsables del aumento de la temperatura global del planeta y que, dichas emisiones, se generan principalmente por la actividad de las personas, poniendo en peligro los sistemas naturales de la Tierra.

El cambio climático es una realidad y sus consecuencias tendrán un alcance inimaginable, por ello, la conciencia ambiental de una gran parte de la sociedad está despertando poco a poco en pro de minimizar los impactos presentes y futuros que los seres humanos están teniendo sobre el planeta.

Pese a todo ello, en el conjunto de preocupaciones sociales, la importancia de la contaminación del sector constructivo se deja a un lado en contraposición con los hábitos cotidianos que favorecen el cambio climático. Sin embargo, gracias a las exigencias introducidas por las nuevas normativas, tanto a nivel europeo como español, y al trabajo de los estándares actuales de certificación, el sector constructivo está comenzando a introducirse como una de las grandes preocupaciones generales en la conciencia social, sobre todo entre los agentes responsables de dicho sector.

Debido al creciente interés y a la necesidad de reducción de consumo energético en las viviendas, se plantea la posibilidad de conseguir la autosuficiencia energética, de calefacción, refrigeración, abastecimiento de agua y saneamiento de una vivienda en particular; en concreto, una vivienda diseñada por el arquitecto Francisco Javier López Rivadulla que se presentará más adelante. La vivienda presenta una superficie construida menor a 50m<sup>2</sup> y se sitúa de forma hipotética en una parcela, cuyas características son favorables para la consecución de los objetivos, en Oviedo, Asturias.

El objetivo principal de este documento es conseguir la adaptación de una vivienda previamente diseñada, ya pensada para su reducción de consumo energético y, por tanto, con una determinada intención sostenible, en una vivienda autosuficiente energéticamente, abastecida por medio de sistemas de energía renovables y totalmente desconectada de los sistemas de abastecimientos urbanos, puesto que sólo así se investigará su viabilidad en todos los sentidos.

Es necesario dejar claro que la autosuficiencia por sí misma no sería viable sin estar ligada a al concepto por el que se establece la definición de Edificación de Consumo Casi Nulo, es decir, al concepto de la eficiencia energética y el abastecimiento por medio de fuentes renovables. Además, sin el desarrollo de la autosuficiencia por medio de energías renovables no contaminantes, tan sólo se favorecería la problemática ambiental que representa el cambio climático, retrocediendo en la totalidad de avances que acompañan al pensamiento social moderno. Por todo ello, cuando se habla de autosuficiencia a lo largo de todo este documento, el concepto llevará intrínsecos ambos factores.

La ubicación en un emplazamiento distinto al planteado inicialmente por el arquitecto que la diseñó permite el análisis del comportamiento de una vivienda de carácter bioclimático como respuesta a otras características climáticas distintas de las planteadas para su diseño con anterioridad. Además, la adecuación de la nueva parcela a las necesidades reales para el planteamiento de una vivienda autosuficiente permitirá observar algunos de los problemas derivados de dicho planteamiento.

Como ya se ha introducido, para conseguir un menor consumo, las edificaciones parten de la base de un correcto diseño, adecuado en su entorno y necesidades. Sin embargo, en numerosas edificaciones se adoptan actualmente sistemas propios de otros lugares, sin bases que permitan asegurar su adecuado comportamiento y, se comienzan a introducir las viviendas prefabricadas como una solución rápida y fiable. Por ello, la elección de una vivienda pensada en base a sistemas constructivos prefabricados supone un punto de partida intrigante para la investigación del comportamiento de dichas edificaciones prefabricadas.

Pese a lo anteriormente mencionado, la vivienda, aunque realizada con productos prefabricados, se diseñó pensando en las características climáticas de su localización real, basándose en principios bioclimáticos y, posteriormente analizada por Enrique Arroyo Martínez para la determinación del impacto de su construcción por medio de un Análisis de Ciclo de Vida, con resultados favorables. Por eso, aunque es un ejemplo de prefabricación de vivienda, su diseño conlleva intrínseco un estudio profesional que hay que tener en cuenta, puesto que la mayoría de construcciones de este tipo no lo presentan.

Dentro del objetivo principal, el planteamiento de una vivienda autosuficiente, se encuentra implícito el comprender la necesidad de adaptación al clima de todos los tipos de estrategias a seguir en la construcción, si se quiere obtener un comportamiento sostenible de la vivienda. Con ello, se pretende comprobar realmente el impacto que presenta el adecuado diseño de la vivienda en la reducción de su consumo y huella ecológica, tal y como predicen algunos estándares más arraigados en el sector constructivo, como es el estándar PassivHaus.

Además, se plantea el objetivo de romper una lanza a favor de las energías renovables, estudiando su comportamiento en función a las necesidades de la vivienda y a las características climáticas de la ubicación, comprobando realmente si la falta de confianza general de la sociedad hacia estos sistemas viene condicionada por la falta de sensatez y estudio a la hora de plantear los sistemas adecuados, comprometiéndose con las energías renovables por los criterios exigidos en la normativa actual y dejando a un lado un planteamiento razonado y el uso eficiente de los equipos.

Esto quiere decir que se intentará adecuar la elección de los medios necesarios, para que dicha vivienda genere la totalidad de la energía que consume, a sus propias características y a las del entorno y, conseguir con ello la máxima eficiencia energética sin disponer de elementos que aporten poco rendimiento.

Como objetivo final, se estudia la viabilidad de la vivienda autosuficiente, intentando sentar con ello las bases necesarias para la consecución de los objetivos planteados para el futuro del sector constructivo por las organizaciones y representantes mundiales. Para ello, se estudia también la valoración de las herramientas que pueden hacer esto posible, como son las

certificaciones energéticas, que suponen un ejemplo de buenas prácticas en pro del desarrollo sostenible de las edificaciones, valorando sus criterios exclusivamente en relación con la autosuficiencia energética y reflexionando sobre si realmente se enfoca la autosuficiencia energética como un objetivo prioritario en las mismas, tal y como plantean los objetivos fijados para los próximos años.

En resumen, los objetivos del trabajo implicarán la obtención de una vivienda autosuficiente en todos los sentidos, calculada al detalle y estudiada para la adecuación total a su entorno y, corroborando todos los sistemas elegidos para conseguir el autoabastecimiento por medio de los estándares más exigentes que se plantean hoy en día.

La intención de este documento reside en tantear la viabilidad de los objetivos mundiales planteados tanto a corto como a largo plazo, a partir de los cuales se obtendrán una serie de conclusiones que buscan, a grandes rasgos, favorecer el conjunto de ideas implícitas en la consecución del desarrollo sostenible del sector constructivo.

### **1.3. MÉTODO**

Para garantizar la consecución de los objetivos propuestos en este documento, se hizo necesario fijar un método apropiado a dicho fin. Gracias a ello, se adquirieron todas las bases indispensables para poder llevar a cabo el estudio detallado de las características básicas que influyen en el consumo y emisiones contaminantes del parque edificatorio actual, planteándolas como punto de partida en el cual se debe actuar para garantizar la sostenibilidad de las viviendas a lo largo de su vida útil, contribuyendo con ello a los objetivos planteados para los años 2020, 2030 y 2050 y, consecuentemente, contribuyendo en una parte importante del desarrollo sostenible de la construcción.

Tomando los objetivos anteriormente citados como base inicial del estudio objeto de este documento, primeramente se llevó a cabo una investigación sobre la situación actual de los temas de interés relacionados con dichos objetivos, lo que se agrupa en el trabajo bajo el nombre de 'estado del arte', localizado en las páginas indicadas en el índice del mismo. El propósito de esta investigación es explicar la situación actual de la totalidad de parámetros que puedan influir en el autoabastecimiento de las viviendas, focalizándola para ello, en el marco de actuación europeo y español en su mayoría. Todo esto se consigue por medio de la documentación bibliográfica encontrada, delimitada y elegida en base a los objetivos del trabajo, estudiando así todos los factores influyentes en los mismos.

Posteriormente y, tras presentar el caso de estudio elegido, se iniciaron una serie de análisis sobre la climatología del lugar y las condiciones interiores de la vivienda en busca de los criterios clave a tomar como base para conseguir su autosuficiencia.

Es necesario destacar de nuevo que la vivienda objeto de estudio es una vivienda unifamiliar en fase de diseño y no se encuentra ni encontrará ubicada en el emplazamiento elegido, por lo que las mediciones de datos de las condiciones reales que presenta la edificación no son posibles; por ello, este trabajo se corresponde, en definitiva, a una investigación teórico-práctica, basada en simulaciones confiables de una situación que no se corresponde con una realidad tangible, pero que no por ello se corresponde con una situación ficticia, puesto que la vivienda presenta un diseño real y las características del emplazamiento se basan en datos confiables, ofrecidos tanto por las instituciones meteorológicas actuales como por los propios responsables de la urbanización de la parcela.

Debido a esta situación, los análisis de datos tomados como base para la elaboración del documento y la definición de las conclusiones surgen de la simulación de la vivienda objeto de estudio en el emplazamiento objeto de estudio, por medio de programas fiables y reconocidos

como el Climate Consultant y el Design Builder; a partir de los cuales se obtuvo la información requerida para la investigación de las medidas necesarias que mejor se adecúan a las características particulares de la vivienda y el entorno, ofreciendo así una mayor eficiencia.

Una vez elegidos los sistemas más apropiados, que garantizarían la autosuficiencia total de la vivienda, se lleva a cabo un cálculo detallado de los mismos, explicando para ello las opciones tomadas en consideración y la elección de los equipos más aptos a las propiedades particulares del objeto de estudio. Todo ello, se lleva a cabo mediante la consulta de bibliografía especializada, así como, siguiendo los métodos seleccionados por la normativa aplicable a cada caso.

Tras ello, se llevó a cabo un estudio de viabilidad con el que se pretende demostrar las posibilidades que se presentan hoy en día de llevar a cabo edificaciones autosuficientes, planteándolo desde el punto de vista social y de la economía común.

Finalmente, se corroboró la totalidad del proceso por medio de un determinado estándar, muy arraigado en el sector constructivo y social actualmente que, como guía de buenas prácticas edificatorias, ha de suponer un elemento innovador que acompañe a las tendencias actuales del pensamiento de organizaciones, gobiernos y sociedades mundiales. Para ello, se utilizó la herramienta proporcionada por los responsables de la certificación, así como el manual para su correcta utilización, evaluando con ellos los indicadores que están directamente relacionados con la autosuficiencia de las edificaciones, por lo que los requisitos investigados en esta parte del estudio se corresponden con los requerimientos más exigentes de la certificación.

Además, ésta última parte de la investigación, permitió comprobar la importancia que le otorgan las certificaciones a los indicadores energéticos, de consumo de agua y de saneamiento, para evaluar si, siguiendo los estándares actuales más exigentes, se podría garantizar el éxito de los objetivos de sostenibilidad en la construcción para los años venideros.

Todas y cada una de las partes que definen el método por el cual se llevó a cabo la investigación presente en este documento, implican un elevado grado de importancia en la consecución de los objetivos planteados en el apartado anterior y conforman conjuntamente las conclusiones del mismo.

## **2. ESTADO DEL ARTE**

El principal objetivo de este documento es aportar luz sobre la posibilidad real de conseguir una vivienda cuyas necesidades sean solventadas por fuentes alternativas y renovables, actuales y punteras, que ofrezcan una opción distinta a la presente en el actual parque edificatorio en materias de electricidad, agua fría sanitaria, agua caliente sanitaria, calefacción y refrigeración desde un punto de vista responsable y sensible para con el medio ambiente. En definitiva, un análisis detallado que pueda aportar soluciones alternativas que satisfagan todas las necesidades de una vivienda a través de fuentes de energías renovables, las cuales no supongan emisión alguna de gases de efecto invernadero. Para ello es necesario analizar el estado actual de diferentes cuestiones relacionadas con las materias a tratar en este documento.

### **2.1. MARCO HISTÓRICO**

Si bien es un tema candente en la actualidad, el cambio climático y las emisiones de gases de efecto invernadero son temas que han estado presentes mucho antes de la firma del Tratado de Kioto, al menos para una parte muy reducida de la población. El primer informe que habla sobre emisiones de CO<sub>2</sub> o gases de efecto invernadero data del año 58, cuando Charles Kelling lleva a cabo una serie de mediciones de CO<sub>2</sub> sobre la cumbre del monte Mauna Loa, Hawái, en las cuales se basa para establecer la primera medición global del nivel de dióxido de carbono y, comienza la elaboración de la ahora conocida Curva Kelling, la cual refleja las variaciones de la concentración atmosférica del dióxido de carbono desde 1958, claramente al alza. Ya en 1958 Kelling relaciona el aumento en la concentración de CO<sub>2</sub> de la atmósfera con la quema de combustibles fósiles. (American Chemical Society 2015). Sin embargo no es hasta 1972 cuando Las Naciones Unidas lleva a cabo la primera conferencia donde se tratan temas medioambientales, conocida como La Conferencia de Estocolmo sobre El Medio Humano. Si bien los informes de las investigaciones de Kelling, datan de 10 o más años antes, durante la Conferencia de Estocolmo, el debate gira sobre las contaminaciones químicas al medio ambiente; sin embargo supone un primer esfuerzo globalizado por preservar el medio ambiente y es aquí donde se decide llevar a cabo conferencias cada 10 años para llevar un seguimiento sobre el estado del medio ambiente y analizar los impactos que la actividad humana pueda tener en él. (The United Nations 1972)

El siguiente paso lo constituye la conocida como la Primera Conferencia Mundial sobre el Clima en Ginebra, 1979 donde se define y se trata por primera vez el cambio climático como una amenaza real, no solo para el medio ambiente, sino para el hombre en sí mismo. Es aquí donde se consigue un primer acuerdo intergubernamental, *Convenio de Ginebra de 1979 sobre contaminación atmosférica*, para proteger la salud y el medio ambiente frente a la contaminación atmosférica, dentro del marco de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa. En dicho convenio se establece que los países firmantes se comprometen no solo reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, sino a elaborar políticas responsables para el medio ambiente, así como a llevar a cabo tareas de vigilancia sobre las concentraciones de dióxido de carbono y el intercambio de información. (Eurostat (UE Statistical Office) 2012)

Es necesario destacar que a pesar de que, como puede verse, los “esfuerzos” intergubernamentales datan de hace más de 40 años, los medios técnicos para la consecución de los objetivos medioambientales responsables siempre han estado presentes. En todo momento ha habido medios materiales técnicos para la consecución de los objetivos que protejan a la salud y al medio ambiente frente a la contaminación de la atmósfera; sin embargo no es hasta ahora cuando los habitantes de los países desarrollados pueden ayudar, energicamente con su actividad diaria, a reducir las emisiones de carbono.

Casi 10 años después del Convenio de Ginebra, se crea el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, conformado por la Organización Meteorológica Mundial y el Programa de las Naciones Unidas con el fin de aportar informes y documentación técnica, en forma de evaluaciones sobre el desarrollo del cambio climático y el impacto que tiene el desarrollo de la actividad humana en el medio, que facilitasen a los responsables de cada país la elaboración de medidas y legislación adecuadas para paliar los efectos del cambio climático. Es necesario destacar que el IPCC no lleva a cabo investigaciones propias, sino que señala los consensos dentro de la comunidad científica internacional, así como los casos en los que hay discrepancias y las materias en las que se deberían llevar a cabo investigaciones de mayor profundidad. (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio y Climático 2019).

A día de hoy, el IPCC ha elaborado 6 informes sobre cambio climático donde se incluye el análisis de la ciencia que estudia el fenómeno, así como sus efectos y posibles consecuencias; informes donde desde el primero destaca que solo con fuertes medidas se impediría que las consecuencias del cambio climático fuesen graves. La irrupción de este órgano de las Naciones Unidas, tardó solo dos años en dar sus frutos cuando se inician verdaderas negociaciones internacionales durante la Convención de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 1990. (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio y Climático 2019).

Poco después se celebra la llamada 'Cumbre de la Tierra' en Río de Janeiro, 1992 (Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo), finalmente aprobada en 1994 después de numerosos esfuerzos para conseguir las ratificaciones necesarias por parte de los estados miembros de las Naciones Unidas. Se firma entonces la *Declaración de Río sobre el Ambiente y Desarrollo* con el fin de ratificar el acuerdo firmado en Estocolmo en el 79, así como de renovar y añadir nuevos estándares, esfuerzos y medidas a tomar para aumentar el nivel de cooperación internacional en la lucha contra el cambio climático, adoptando un ambicioso programa de actuación, la *Agenda 21*. (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Climático Cambio 1992)

Todo ello conforma el marco de cooperación internacional donde poco después se desarrolla la cumbre en la que se firma el *PROTOCOLO DE KYOTO* de la *CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO*, el primer compromiso real y concreto donde los países industrializados firman no solo principios para intentar reducir los efectos del cambio climático, sino también un acuerdo vinculante para todos los países firmantes con un calendario de actuación (avances significativos para el año 2005, a desarrollar en los años 2008 a 2012) para reducir las emisiones de los 6 gases más contaminantes (CO<sub>2</sub>, metano CH<sub>4</sub>, óxido nitroso N<sub>2</sub>O, hidrofluorocarbonos HFC, perfluorocarbonos PFC y el hexafluoruro de azufre SF<sub>6</sub>) durante el periodo del 2008 al 2012 en un 5,2% con respecto a 1990, lo cual no significa que cada país se comprometiese a reducir al menos sus emisiones en un 5%, significa que como esfuerzo global se reducirían las emisiones en un 5%, es decir, cada país en función de sus características económicas y técnicas se compromete con una tasa de emisiones específicas. («PROTOCOLO DE KYOTO DE LA CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO» 1998; A. Galante Marcos 2011)

*“Las partes [...] se asegurarán individual o conjuntamente de que sus emisiones antropogénicas agregadas, expresadas en dióxido de carbono equivalente, de los gases de efecto invernadero [...] no excedan de las cantidades atribuidas a ellas [...] con miras a reducir el total de sus emisiones de esos gases a un nivel inferior en no menos del 5% al de 1990 en un periodo de compromiso comprendido entre 2008 y 2012.”*

(«PROTOCOLO DE KYOTO DE LA CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO» 1998)

*“Todas las partes [...] formularán, aplicarán, publicarán y actualizarán periódicamente programas nacionales y, en su caso, regionales que contengan*

*medidas para mitigar el cambio climático y medidas para facilitar una adaptación adecuada; tales programas guardarán relación, entre otros, con los sectores de la energía.”*

(«PROTOCOLO DE KYOTO DE LA CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO» 1998)

Si bien se firma en 1997, no entra en vigor hasta el 2005, cuando La Conferencia de las Partes (COP13) celebrada en Montreal, Canadá, marca la entrada en vigor del Protocolo de Kioto con la ratificación del mismo por parte de los países firmantes responsables del 55% de las emisiones. Desde un primer momento el Protocolo de Kioto se enfrenta a una serie de inconvenientes, principalmente por los desacuerdos de los países firmantes. A pesar de que en primeramente 156 Estados firman el protocolo en 1992, poco después es rechazado por los países más contaminantes, como Australia o Estados Unidos (responsable del consumo del 25% de los combustibles fósiles). El caso de U.S.A., país más contaminante del mundo hasta el año 2005 (sucedido por China), si bien había firmado el Protocolo de Kioto en el año 92, su incorporación fue puramente simbólica ya que nunca se llegó a ratificar, y no solo nunca se llegó a ratificar, sino que en el año 2011 durante la administración Bush, Estados Unidos abandona el tratado, al igual que Canadá, para no tener que pagar las sanciones impuestas por el no cumplimiento de las tasas de emisiones firmadas en el tratado. (Tomé-Gil 2015; A. Galante Marcos 2011; «PROTOCOLO DE KYOTO DE LA CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO» 1998)

El Protocolo de Kioto se desarrolla en un marco de cooperación internacional donde no todos los países están comprometidos con la lucha del cambio climático, por lo que principalmente se desarrolla de cara a los países desarrollados, donde un pequeño porcentaje de la población mundial consume la mayoría de los combustibles fósiles; esto significa que el esfuerzo principal recae en los países más ricos, por lo que se establecen cuotas de emisión por países y sanciones a aquellos que no cumplan con dichas cuotas. Con la ratificación del tratado, la Unión Europea al completo se compromete a la reducción del 8% de los gases de efectos de invernadero, donde primero se establece un periodo a modo de toma de contacto, de 2005 a 2007, seguido de otro periodo de 5 años bajo el *Comercio Internacional de Emisiones de Kioto* (2008-2012). (Tomé-Gil 2015; A. Galante Marcos 2011; «PROTOCOLO DE KYOTO DE LA CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO» 1998)

En el caso concreto de España, se comprometió a limitar el aumento de las emisiones en un 15% respecto a 1992; sin embargo debido a las características económicas de los medios productivos del país, era el país con menos posibilidades de cumplir lo pactado en el protocolo; de hecho no solo no se limitaron el aumento de las emisiones en un 15%, sino que de media las emisiones aumentaron un 30,94% con respecto al año 1990. (MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA 2019a)

Poco después de la entrada en vigor del Protocolo de Kioto, se lleva a cabo la tercera reunión de seguimiento del protocolo durante la Cumbre de Bali en 2007 y la *XIII Conferencia sobre el Cambio Climático* (COP13), donde se inician las negociaciones para la prórroga del Protocolo de Kioto, acordando un plazo de 2 años para establecer un plan de acción firme en la *XV Conferencia sobre el Cambio Climático* de diciembre de 2009 en Copenhague, sobre el calendario a seguir post Protocolo de Kioto. (Kioto et al. 2014)

Principalmente se inician las negociaciones para el cumplimiento del *Segundo periodo de cumplimiento del Protocolo de Kioto* para los años 2012-2020. Negociaciones que dan sus frutos un año después durante la celebración de la Conferencia de Cancún donde 190 países ratifican dicho segundo periodo. Sin embargo, no solo se ratifica el segundo periodo de cumplimiento del protocolo, sino que se firma el *Tratado de Copenhague* por el que los países firmantes se comprometen a mantener el aumento de la temperatura global por debajo de los 2°C, aunque no se especifican las medidas concretas a tomar para cumplir este objetivo entre otros. Por otra



parte, se pretenden llevar más allá los objetivos en materia de recortes de emisiones y se forma el *Fondo Verde Climático* dentro de la *Convención Marco* formado por un consejo de 24 países, fondo que contará con una primera financiación de 30.000 millones de dólares, aunque se decide movilizar otros 100.000 millones de dólares al año a partir del 2020 con la finalidad de responder a las necesidades de los países en vías de desarrollo. (Kioto et al. 2014; A. Galante Marcos 2011; MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA 2019a)

Sin embargo la ratificación del *Segundo periodo de cumplimiento del Protocolo de Kioto* y el *Tratado de Copenhague*, siguen sin resolver cuestiones como el papel de los países más contaminantes del planeta (U.S.A., Australia, etc.), incluyendo a los de reciente industrialización, los cuales no tenían que cumplir con las cuotas de emisiones como China (mayor contaminante actualmente), India, Brasil, etc. Es por ello por lo que, un año después, se celebra la *XVII Conferencia sobre el Cambio Climático* en Durban, donde se redacta y acepta la *Plataforma de Durban*, en la que los países reconocen la necesidad de crear un marco de cooperación internacional para después del 2020, con mayores retos en la reducción de emisiones, abriendo la puerta a lo que será el *Acuerdo de París de 2015*. (Secretaría de Salud Laboral y Medio Ambiente 2015)

El siguiente paso crucial se lleva a cabo un año después, cuando en 2012 se celebra *La Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el Protocolo de Kyoto* en la que se aprueba la *Enmienda de Doha al Protocolo de Kyoto en la RP8*. Dicha enmienda sienta las últimas bases dentro del marco de actuación para el segundo plazo de cumplimiento del Protocolo de Kioto, en ella las Partes asumen nuevos y actualizados compromisos en materia de reducción de gases de efecto invernadero, así como una revisión de la lista de GEI de la que las Partes informarán durante el segundo periodo de cumplimiento. (Tomé-Gil 2015)

Lo cierto es que a pesar de todos los esfuerzos, cumbres del clima, tratados y el Protocolo de Kioto, todo el marco de cooperación global puede catalogarse de fracaso. Durante el primer periodo del Protocolo de Kioto, además de la no ratificación de países muy contaminantes como Estados Unidos o Australia, no se incorporan a los países en vías de desarrollo por lo que apenas se alcanza a englobar dentro del marco del Protocolo de Kioto al 30% de las emisiones de GEI y; la situación se agrava aún más durante el segundo periodo de cumplimiento ya que además de los países anteriormente citados, durante este segundo periodo aún en vigencia, países como Japón, Rusia, Nueva Zelanda o Canadá no ratifican el cumplimiento del segundo plazo del Protocolo de Kioto, lo que supone que ni siquiera se alcanzarán el 15% de las emisiones globales. (Tomé-Gil 2015)

Todo ello converge en la *COP21 de París*, donde tras haber un compromiso de las Partes por medio del *Tratado de Copenhague* y *La enmienda de Doha al Protocolo de Kioto*, se alcanza un acuerdo 'global' real en donde los países responsables del 95% de las emisiones de GEI admiten el cambio climático y el ascenso de las temperaturas globales como la tremenda crisis que es. El Acuerdo de París surge como respuesta al *Quinto Informe de Evaluación del Panel Internacional de expertos de Cambio Climático* (IPCC) en el año 2014, donde de nuevo se alarma sobre la acuciante situación climática global y, sobre la necesidad de vincular el progreso económico de los estados del mundo a la sostenibilidad y eficiencia de forma inmediata, de tal modo que durante la actividad del hombre no se destruya el medio en el que todos habitamos en el proceso. Dicho informe refleja que para mantener el aumento de la temperatura media del planeta por debajo de 2°C, con una probabilidad del 66%, habría que reducir las emisiones globales entre un 40 y un 70% a nivel mundial entre los años 2010 y 2050 y disminuirlas a un nivel nulo para el año 2100 y, aun así, los niveles de concentración de CO<sub>2</sub> se situarían con los niveles registrados a finales del siglo pasado; es decir, estas reducciones de GEI equivaldrían a una descarbonización total de los países más contaminantes, a razón de un 6,3% anuales, algo jamás visto hasta la fecha (Pachauri et al. 2014).

Es por ello por lo que el Acuerdo de París surge con un objetivo muy marcado, aparte de la actualización necesaria para el Protocolo de Kioto, que es mantener el ascenso de la temperatura media global por debajo de los 2°C y, a su vez, por debajo de los 1,5°C respecto a la era de la pre industrialización (Tomé-Gil 2015; Secretaría de Salud Laboral y Medio Ambiente 2015); objetivo que, según marcan los expertos, será francamente difícil de conseguir, a pesar de que ya en el año 2016 la mayoría de los países ya habían comunicado sus compromisos personales a la Convención Marco de Naciones Unidas respecto a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, como se muestra en el *Acuerdo de París*:

*“Las mayores tasas corresponden a China (20,09%), Estados Unidos (17,89%), India (4,10%), Japón (3,79%), Alemania (2,56%), Brasil (2,48%), Canadá (1,95%), Corea del Sur (1,85%), México (1,70%), Reino Unido (1,55%), Indonesia (1,49%), Australia y Sudáfrica (1,46%), Francia (1,34%), Italia (1,18%), Polonia (1,06%) y Ucrania (1,04%).”*

(Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático 2015)

A diferencia del Protocolo de Kioto, donde se redacta el documento, se firma y posteriormente se debe ratificar para incluirlo en la legislación local en cuestión, el Acuerdo de París da como resultado dos documentos: el *Acuerdo de París*; documento de 12 páginas legalmente cerrado, el cual se ratificó durante los años 2016-2017 y un documento llamado *Decisiones*, de 19 páginas, donde se prevé las medidas a tomar por parte de todos los países firmantes. Este último documento podrá ser modificado durante las sucesivas Conferencias de las Partes. (Tomé-Gil 2015; Secretaría de Salud Laboral y Medio Ambiente 2015). En ambos documentos se introducen cambios significativos respecto al Protocolo de Kioto, tales como: la creación de un mecanismo de revisión periódica (al menos cada 5 años) del mismo, donde se aumenten las metas de reducción de emisiones con el fin de cumplir el objetivo de los 2°C; el papel de la financiación por parte de todos los países firmantes en función de sus posibilidades; un sistema de intercambio de información y rendimiento de cuentas transparentes y obligatorios para todos los países que fomenten la confianza de todos las Partes; etc. (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático 2015)

Tras haberse cumplido casi dos años del periodo de ratificación del Acuerdo de París, 169 son los países que ya se han comprometido en la lucha contra el cambio climático, todos ellos suponen un 85,6% de las emisiones globales, porcentaje realmente diferente de los 30% o 15% del primer y segundo periodo de cumplimiento del Protocolo de Kioto; todo ello hace pensar que este nuevo acuerdo sentará unas bases fiables contra el cambio climático, sin embargo, a un año para la entrada en vigor del Acuerdo de París, muchas de las dudas aún persisten, países como Rusia, Irán o Turquía entre otros, siguen sin ratificar el acuerdo y nuevamente las evasivas de Estados Unidos tras las declaraciones en la Cumbre del G20, celebrada en Junio de este mismo año respecto a la renovación del compromiso con el Acuerdo de París (McAvinney 2019), abren la puerta a la posibilidad de que si bien supondrá una mejora notoria respecto al Protocolo de Kioto, no se alcanzará a involucrar a la mayoría de países, responsables del 90% de emisiones de gases de efecto invernadero.

Es por ello por lo que a pesar de la vinculación legal del Protocolo de Kioto, el Tratado de Copenhague, la Enmienda de Doha o esfuerzos similares como el prometedor Acuerdo de París, asumidos por los países en un marco global e intergubernamental, los estándares marcados por la Unión Europea y adoptados por todos los Estados Miembros en materia de legislación son extremadamente importantes. Dicha legislación derivada de los esfuerzos internacionales en la lucha contra el cambio climático, legislación que por otra parte marca la pauta de actuación para todos los Estados Miembros, supone una garantía real para que todos los ciudadanos europeos tengan la seguridad de que se tomarán medidas concretas para no solo paliar, sino intentar detener el cambio climático, asociando los flujos económicos a la sostenibilidad de los procesos productivos de cada país miembro.

## **2.2. MARCO LEGISLATIVO**

En este contexto y, alentado por esfuerzos intergubernamentales como los Objetivos de Desarrollo del Milenio propuesto por la ONU como guía de buenas prácticas, compuestos por 8 objetivos y sustituidos por la Agenda 2030 en enero de 2016 (Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Tecnología 2018); la Unión europea ha desarrollado una serie de recomendaciones vinculantes para cada Estado miembro denominada *Estrategia Europa 2020*, en la que se señala el crecimiento sostenible como herramienta para mantener y mejorar la estructura económica de la zona euro. La *Estrategia Europa 2020* incluye una serie de paquetes de medidas específicas sobre 5 materias: Empleo, “*trabajo para el 75% de las personas entre 20 y 64 años*”; Investigación y Desarrollo, “*inversión del 3% del PIB de la UE en I+D*”; Cambio climático y energía, “*emisiones de gases de efecto invernadero un 20% menores a los niveles de 1990, 20% de energías renovables, incremento del 20% de la eficiencia energética*”; Educación y Pobreza y exclusión social”; Educación, “*porcentaje de abandono escolar inferior al 10%, mínimo del 40% de las personas entre 30 y 34 años con estudios superiores finalizados*”; y Exclusión social y pobreza, “*al menos 20 millones de personas menos en situación o riesgo de pobreza o exclusión social*” (Comunidades et al. 2004).

A pesar de que los objetivos son comunes para los Estados miembros, los paquetes de medidas son adaptados a las características socio económicas de cada país, de tal modo que las cargas no se compartan sino que cada país analice su propio avance hacia cada objetivo. La Comisión genera paquetes de medidas para cada materia a tratar, los cuales contienen legislación vinculante que asegurarán el cumplimiento de los objetivos para el año 2020, de tal forma que combinando los esfuerzos nacionales de cada país, se cumplan todos los objetivos para el total de la Unión Europea en el año 2020. Una vez se elaboran los paquetes de medidas, son los países los responsables de modificar sus respectivas legislaciones para garantizar la consecución de los objetivos nacionales. Además de todo ello, la Oficina Estadísticas de la UE es la encargada de elaborar informes anuales de situación de cada objetivo, de tal modo que si las reformas legislativas de cada país no vayan encaminadas a la consecución de los objetivos, es la Comisión Europea la encargada de introducir modificaciones en los Programas Nacionales de Reformas anuales (Comunidades et al. 2004). Tenemos así un marco europeo en el que a través de esfuerzos a escalas europea, nacionales y regionales, deberían no solo conseguirse los objetivos establecidos por los dirigentes de la UE, sino garantizar un progreso sostenible y una economía competitiva.

En el caso que atañe a este documento, es necesario primero observar con más detenimiento los paquetes de medidas sobre clima y energía, así como los Programas Nacionales de Reformas anuales para, posteriormente analizar la legislación nacional que regule cuestiones como el autoconsumo energético o el abastecimiento de agua.

Respecto al *Paquete de medidas sobre Clima y Energía*, éste contiene no solo las medidas a tomar por cada país, sino la distribución de las responsabilidades, de tal forma que la Comisión delega una serie de responsabilidades a cada país, mientras distintos órganos de la UE se encargan de controlar a las empresas y países en sus respectivos campos. De esta forma, en el apartado de reducción de emisiones de este paquete, el RCDE (Régimen de Comercio de Derechos de Emisión) actúa como responsable de la vigilancia y la elaboración de la legislación sobre aviación y grandes instalaciones eléctricas e industriales, lo cual supone el 45% de las emisiones de la zona euro; es por ello por lo que el objetivo marcado dentro de la Estrategia Europa 2020 es reducir las emisiones dentro de estos sectores en un 21%. (Eurostat (UE Statistical Office) 2012)

Por otra parte, la responsabilidad de las restantes 55% de emisiones de gases de efecto invernadero, provenientes de los sectores sobre los que no se encarga el RCDE, transporte

(excepto aviación), vivienda, agricultura y residuos, recae en cada país, cada uno de los cuales, en cumplimiento con la *Decisión de reparto de esfuerzos* por la que cada país se compromete a cumplir con los objetivos marcados en la Estrategia Europa 2020, aceptan y adoptan una serie de objetivos anuales vinculantes con el fin de reducir las emisiones respecto al año 2005. Además de todo ello, para contribuir con el objetivo de la descarbonización, a través de la *Directiva sobre energías renovables*, los Estados miembros se comprometen con el aumento de la producción de energías renovables; desde el 10% de Malta, hasta el 49 para Suecia; con lo que se cumplirían los objetivos del aumento del 20% en producción de renovables y un 10% en transporte. (Eurostat (UE Statistical Office) 2012)

Dentro de la zona euro, solo el sector de la edificación es responsable de la emisión del 36% de CO<sub>2</sub> y del consumo del 40% de la energía; además, el 35% de las edificaciones tienen 50 años o más, dando como resultado que el 75% de los edificios en la UE almacenen energía de forma ineficaz, mientras que solo el 0,4-1,2% de la energía almacenada proviene de fuentes renovables. Es por ello por lo que otra materia importante recogida dentro del *Paquete de medidas sobre Clima y Energía* es la Eficiencia Energética (regulada mediante la *Directiva de Eficiencia Energética* y el *Plan de Eficiencia Energética*). (Eurostat (UE Statistical Office) 2012)

Según los cálculos de la Comisión, reformando el parque edificatorio existente se reducirían tanto el consumo de energía como las emisiones de CO<sub>2</sub> para toda la zona euro en un 5-6%, motivo por el cual la eficiencia energética se convierte en la perfecta herramienta para cumplir con el objetivo de la consecución de edificios nZEB (edificaciones de casi 0 emisiones) marcado para el año 2020. (Eurostat (UE Statistical Office) 2012)

Tenemos así un marco legislativo, donde la UE no solo acepta y adopta los objetivos internacionales en materia de reducción de GEI y promoción de las energías renovables como respuesta a la descarbonización del sector energético, sino que se compromete a mejorar dichos objetivos, estableciendo dentro de la zona euro una legislación más estricta que permita reducir aún más las emisiones de gases de efecto invernadero a través de las numerosas Directivas y Decisiones, en las cuales se establecen las cuotas de responsabilidad de cada país en función de su riqueza, así como las medidas a tomar por cada uno de los Estados miembros en las materias en las que la responsabilidad de legislar no recaiga directamente sobre la Comisión de la UE.

En este sentido, la legislación española cumpliendo con su parte de responsabilidad en la consecución de los objetivos de reducción de emisiones, adopta dentro de su propia legislación las medidas marcadas en los *Paquetes de reformas anuales*. Como se ha explicado anteriormente, estos paquetes recogen 5 grandes grupos de objetivos (Empleo, Investigación y Desarrollo, Cambio climático y energía, Educación y, Exclusión social y pobreza) (Eurostat (UE Statistical Office) 2012), sin embargo, debido a la naturaleza de este documento, solo se analizará el marco legislativo nacional que afecta al autoconsumo energético, así como el autoabastecimiento de agua.

### **2.2.1. LEGISLACIÓN ESPAÑOLA PARA EL AUTOCONSUMO ELÉCTRICO**

Como se explicará con mayor profundidad a lo largo de este documento, la vivienda caso de estudio contará con un sistema aislado de recogida de aguas pluviales y depuración de las mismas para satisfacer las necesidades de consumo de agua doméstica; así como una instalación de paneles solares térmicos que sustentará a la vivienda caso de estudio de Agua Caliente Sanitaria y un sistema de generación de energía eléctrica a través de una instalación aislada de paneles solares fotovoltaicos. En consecuencia, todas y cada una de las propuestas aportadas en este documento para el autoabastecimiento, serán instalaciones limpias y renovables, aisladas de las redes locales.

En el caso del autoconsumo energético, el marco normativo actual se fundamenta principalmente en el *Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores* por el que se deroga el llamado 'impuesto al sol' comprendido en la anterior *Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico*, y cumplimentado por el *Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica* del presente año. El actual marco legislativo dista en gran medida del anterior en lo que al consumidor unifamiliar respecta; ya que, la ya derogada *Ley 24/2013*, si bien establecía el suministro eléctrico como "*servicio de interés económico general*", lo cierto es que también establecía, en su Artículo 9 sobre el autoconsumo eléctrico, una obligación para las instalaciones de autoconsumo a sufragar los costes y servicios del sistema en la misma cuantía que el resto de consumidores, conocido como el impuesto del sol, aunque éstos tuviesen como fuente de energía un grupo de generación fotovoltaico, sin importar que la instalación no estuviese conectada, o bien lo estuviese total o parcialmente a la red de un proveedor (Jefatura del Estado 2013).

Además de suspender el impuesto sobre la generación y de reconocer el derecho de autoconsumo sin cargos, el actual marco legislativo introduce una serie de medidas para paliar la pobreza energética e impulsar la proliferación de energías renovables como la ampliación del bono social eléctrico, la creación de un bono térmico para ayudar a las familias con el coste de la calefacción y la exención del mal llamado céntimo verde, mientras que, a su vez, se simplifican los trámites administrativos necesarios y se regula el autoconsumo compartido (JEFATURA DEL ESTADO 2018).

Si bien el contenido de la ley fija como objetivo principal la lucha contra la pobreza energética, supone por otra parte un gran cambio respecto al autoconsumo eléctrico para los consumidores, no solo con la eliminación de costes e impuestos, sino como con la simplificación de trámites administrativos o la simplificación de las tipologías de instalaciones. Tenemos así 3 tipos de instalaciones definidas en el *RD15/2018*:

- Instalaciones de autoconsumo de vertido 0, donde las instalaciones están destinadas totalmente al autoconsumo, pero se mantienen conectadas a la red de infraestructuras públicas con el fin de suplir las posibles necesidades energéticas que no satisfaga la generación in situ; donde además se debe disponer de mecanismos que imposibiliten el vertido de energía sobrante a la red pública. Por otra parte este tipología de instalaciones apenas necesitan trámites administrativos, una licencia de obras y el boletín del instalador, en diferencia con los trámites necesarios en el anterior marco normativo donde además, debía registrarse la instalación. (JEFATURA DEL ESTADO 2018)
- Instalaciones con vertido a red, donde el sobrante energético se vierte a la red pública, lo que da a lugar a dos sub tipologías más; instalaciones en las que la energía generada se vende a la red con el fin de abaratar la factura eléctrica e instalaciones donde la energía consumida se genera in situ y la sobrante se vierte a la red. Lo que a su vez ofrece la posibilidad de recibir una remuneración regulada que reduzca la factura eléctrica o, el denominado "Balance neto" por el cual la energía vertida a red se devuelve al consumidor-generador. Para este tipo de instalaciones los trámites son más complejos, especialmente si la instalación supera los 100KW, pero ofrece la posibilidad de vender la energía excedente. (JEFATURA DEL ESTADO 2018)
- Por último, instalaciones aisladas, es decir, instalaciones en las que no se está conectado a las infraestructuras de la red eléctrica, por lo que el consumidor es el único responsable de la generación eléctrica. (JEFATURA DEL ESTADO 2018)

Además de todo ello, la nueva legislación diferencia entre el autoconsumo individual o colectivo, en función de si existen uno o varios consumidores asociados a una planta de generación próxima, entendiendo por estas últimas aquellas conectadas a una red interior de varios consumidores, aquellas directas entre consumidor y productor o las conectadas a un único centro de transformación. (JEFATURA DEL ESTADO 2018)

Como se ha dicho, el marco normativo vigente se cumplimenta con el *Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica*, el cual sustituye al Artículo 9 de la *Ley 24/2013*, que regulaba el sector eléctrico y, el *Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo*, además de cumplimentar las modificaciones introducidas por el *RDL 15/2018* (MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA 2019b).

El *RD 244/2019* introduce un marco regulatorio definido al detalle en referencia a los requisitos administrativos necesarios, así como condiciones técnicas y económicas exclusivamente para el autoconsumo, con la finalidad de dotar a los consumidores de una normativa más proteccionista y simplificada que permita impulsar el autoconsumo eléctrico y la transición energética. Un punto importante de este Real Decreto se refiere al Balance Neto que, en contraposición con la compensación y contabilización de la energía excedente vatio a vatio, pudiendo recuperar cada vatio vertido a la red, se introduce una remuneración económica por cada vatio vertido que reducirá la factura eléctrica, donde el precio del vatio estará definido en función de si el contrato del consumidor se encuentra en el mercado regulado (el precio lo definirá la compañía suministradora referente), PVPC, o no se encuentre en el mercado regulado, donde el precio se definirá tras la negociación entre el consumidor y la empresa comercializadora. (MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA 2019b).

Tenemos así una ligera modificación en la definición de las distintas tipologías de instalaciones donde, además de las instalaciones aisladas, se recogen dos grandes grupos de instalaciones, con excedentes o sin ellos. Para las instalaciones sin excedentes, se mantiene la definición aportada en el *Real Decreto Ley 15/2018*, donde las instalaciones deberán disponer de un sistema anti vertido. En contraposición, las diferencias se introducen en las instalaciones con vertido a red, donde se disponen dos clases: Instalaciones con excedente acogidas a compensaciones económicas, en las cuales la empresa comercializadora compensará económicamente al consumidor (Instalaciones de menos de 100KW) e instalaciones no acogidas a compensación económica simplificada, donde las instalaciones verterán la energía excedente en concepto de venta, por lo que el precio de la energía vertida quedará regulado por la Legislación de Instalaciones generadoras de electricidad. (MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA 2019b).

Si bien el *RDL 15/2018* introdujo la posibilidad del autoconsumo compartido, el nuevo *RD 244/2019* va un poco más allá, permitiendo la posibilidad de que el propietario de la planta solar y el beneficiario sean personas jurídicas o físicas diferentes. La diferencia fundamental reside en que a partir de ahora, es posible ceder las cubiertas a empresas externas, las cuales llevarán a cabo la inversión, instalación y mantenimiento de la planta, mientras que el propietario del tejado podrá auto-consumir la energía generada y el ahorro generado se compartirá entre la empresa externa y el dueño de la cubierta. (MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA 2019b)

En el caso de la vivienda caso de estudio, debido a las características de las instalaciones propuestas y al tratarse de una instalación aislada, tanto el *RDL 15/2018* como el *RD 244/2019* no son de aplicación, ya que recogen este tipo de instalaciones dentro de sus respectivos capítulos de exclusiones. Esto es debido a que como la generación y consumo de la energía se produce en una red aislada y cerrada unifamiliar, no afecta directa ni indirectamente a agentes externos más que al propio consumidor, por lo que este tipo de instalaciones quedan eximidas de la aplicación y adscripción de la legislación vigente española.

## **2.2.2. LEGISLACIÓN ESPAÑOLA PARA EL AUTO ABASTECIMIENTO DE AGUA**

La legislación aplicable al abastecimiento de aguas es extensa y compleja, tanto en una escala europea, con 8 Órdenes del Consejo y 3 Directivas de la Comisión y el Consejo; así como numerosas normativas, leyes, reales decretos y textos redifundidos dentro del marco legislativo nacional, dos secciones del CTE, 7 Reales Decretos, 1 Real Decreto Legislativo y numerosas modificaciones y textos redifundidos de los mismos. (Ministerio para la transición energética 2018).

Sin embargo, el marco normativo encargado de regular las condiciones sanitarias se reduce al *Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano*, el cual se basa en las recomendaciones de la OMS y fija los parámetros a cumplir en el abastecimiento de agua para consumo humano, aplicándose el principio de precaución para asegurar un nivel de control y calidad óptimos que permitan asegurar la salud pública. Por otra parte y, en respuesta a la *Directiva (UE) 2015/1787 de la Comisión, de 6 de octubre de 2015, por la que se modifican los anexos II y III de la Directiva 98/83/CE del Consejo, relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano*, la normativa española publica el *Real Decreto 902/2018, de 20 de julio, por el que se modifican el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, y las especificaciones de los métodos de análisis del Real Decreto 1798/2010, de 30 de diciembre, por el que se regula la explotación y comercialización de aguas minerales naturales y aguas de manantial envasadas para consumo humano, y del Real Decreto 1799/2010, de 30 de diciembre, por el que se regula el proceso de elaboración y comercialización de aguas preparadas envasadas para el consumo humano*. (MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA 2018; Presidencia 2003b)

Principalmente en el *RD 140/2003* establece y define el control de calidad de agua, el cual engloba el autocontrol del agua por parte del gestor del abastecimiento, la vigilancia sanitaria y los órganos responsables de su cumplimiento, etc. (Presidencia 2003b). En adición a las condiciones químico-sanitarias establecidas en el *RD 140/2003*, el *Real Decreto 902/2018* se establecen modificaciones en la definición de los requisitos mínimos de los programas de control de todas las aguas destinadas al consumo humano; lo que a su vez permite modificar la frecuencia con la que se realizan la evaluación de los parámetros de aquellas sustancias que representen un riesgo, además de actualizar los sistemas de control de las especificaciones de los métodos de análisis, debido a las posibilidades que ofrecen los avances tecnológicos respecto a la publicación del anterior marco normativo. Concretamente introduce modificaciones en los métodos de análisis de aguas preparadas envasadas y a las aguas de manantial envasadas. (MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA 2018).

El Real Decreto define como agua de consumo “*todas aquellas aguas, ya sea en su estado original, ya sea después del tratamiento, utilizadas para beber, cocinar, preparar alimentos, higiene personal y para otros usos domésticos, sea cual fuere su origen e independientemente de que se suministren al consumidor, a través de redes de distribución públicas o privadas, de cisternas, de depósitos públicos o privados, la utilizada en la industria alimentaria, tanto en la fabricación, tratamiento, conservación o comercialización de productos o sustancias destinadas al consumo humano, como la utilizada en la limpieza de las superficies, objetos y materiales que puedan estar en contacto con los alimentos, y la suministrada como parte de una actividad comercial o pública, con independencia del volumen medio diario de agua suministrado*” (Presidencia 2003b), además en él se recogen las calificaciones del agua según lo especificado para los parámetros de las partes A, B y D del anexo I, dando lugar así a 4 posibles calificaciones:

1. “*Agua apta para el consumo: aquella que no contenga ningún tipo de microorganismo, parásito o sustancia, en una cantidad o concentración que*

*pueda suponer un peligro para la salud humana. Debe cumplir con los valores paramétricos especificados en las partes A, B, C y D del anexo I del Real Decreto 140/2003.*

- 2. Agua apta para el consumo, con excepción para algún parámetro: aquella que no contenga ningún tipo de microorganismo, parásito o sustancia, en una cantidad o concentración que pueda suponer un peligro para la salud humana, pero que la autoridad sanitaria ha autorizado una situación de excepción e impuesto un nuevo valor paramétrico. Debe cumplir con los valores paramétricos especificados en las partes A, B, C y D del anexo I del Real Decreto 140/2003, salvo en lo referente al parámetro excepcionado de la parte B, el cual no deberá sobrepasar su nuevo valor.*
- 3. Agua apta para el consumo, con exceso de algún parámetro de la parte C del anexo I: aquella que no contenga ningún tipo de microorganismo, parásito o sustancia, en una cantidad o concentración que pueda suponer un peligro para la salud humana. Aunque cumple con los valores paramétricos especificados en las partes A, B y D del anexo I del Real Decreto 140/2003, supera uno o varios de los valores paramétricos indicadores de la parte C del anexo I, pero sin sobrepasar los valores establecidos en el documento 'Estrategia de actuación ante incumplimientos de los parámetros de la parte C del anexo I'. Igualmente podrá utilizar la terminología SINAC 'agua apta para el consumo con no conformidad para algún parámetro de la parte C del anexo I'.*
- 4. Agua no apta para el consumo, aquella que no cumpla con los requisitos de los párrafos anteriores. Si un agua calificada como 'no apta para el consumo' alcanza unos niveles de uno o varios parámetros cuantificados que la autoridad sanitaria considere que han producido o pueden producir efectos adversos sobre la salud de la población, se calificará como agua no apta para el consumo y con riesgos para la salud."*

(Presidencia 2003b)

En adición, en el apartado de exclusiones se definen aquellas instalaciones que por sus características no se adscriben al marco legal regulatorio, tenemos así que las instalaciones que abastezcan a un total igual o inferior de 50 personas o bien, supongan un volumen diario de 10m<sup>3</sup>, con la excepción de si se detecta un posible riesgo sanitario, en cuyo caso la autoridad sanitaria autonómica requerirá a la administración local que tome las medidas necesarias que hagan cumplir lo establecido en el RD 140/2003. Para el estudio de la vivienda caso de estudio, éste es un hecho realmente importante porque supone que la no necesidad de adscribirse a la legislación vigente siempre y cuando se lleve el adecuado tratamiento que no suponga un riesgo sanitario. Esto, a su vez, supone una cierta libertad a la hora del tratamiento del agua, uno de los puntos más complejos técnica y materialmente hablando. (Presidencia 2003b).

El otro gran capítulo a tener en cuenta dentro del marco legislativo es *Código Técnico de la Edificación*, concretamente las Secciones *HS4 Suministro de Agua*, el cual regula el abastecimiento de agua fría sanitaria y de agua caliente sanitaria en el ámbito de aplicación general del CTE, así como ampliaciones, modificaciones y rehabilitaciones de las instalaciones existentes y, también, otros aspectos como las propiedades de la instalación, su señalización, el diseño de la instalación, el cálculo del dimensionado, su construcción y los materiales y productos empleados y el mantenimiento y conservación; y la Sección *HE4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria*, por el que se regula el porcentaje mínimo de aportación solar para A.C.S., el cual varía en función de las zonas climáticas de España, que también se definen



en dicha sección. (Ministerio de fomento secretaría de estado de infraestructuras, transporte y vivienda dirección general de arquitectura, vivienda y suelo 2018).

De ellas se deben tener muy presentes una serie de pautas como que se establece el mínimo de aporte solar obligatorio, donde en función de la demanda de A.C.S. y la zona climática donde se encuentre la edificación en cuestión. Por otra parte también se especifica la necesidad de incluir un sistema que lidie con el exceso de energía si se produjese, de tal modo en el que si en un mes se supera el 110% de aportación o, se supera el 100% durante tres meses consecutivos, se hace necesario la incorporación de dicho sistema. (Ministerio de fomento secretaría de estado de infraestructuras, transporte y vivienda dirección general de arquitectura, vivienda y suelo 2018) .

Como puede verse a lo largo de este capítulo, son las iniciativas internacionales las que, o bien motivan, o bien son la causa del desarrollo de la legislación. Primero se generan a un nivel europeo y, posteriormente, cada Estado miembro adapta a sus propias legislaciones todos aquellos objetivos englobados en un marco internacional de cooperación en la lucha contra el cambio climático, la descarbonización de los sistemas de producción energéticos y la reducción de emisiones de GEI, todo ello llevando a cabo medidas y asignando las responsabilidades en función de las características económico-técnicas de los sistemas de producción de cada país, lo que supone un esfuerzo internacional para mantener el progreso sin dejar a nadie aparte, al menos para los Estados miembros.

En el caso concreto de España, la inestabilidad política de los últimos años se ha reflejado en el desarrollo de la legislación que atañe a la transición energética y al autoconsumo, aunque es también necesario destacar que en los últimos 4 años, tras la redacción, aprobación y ratificación del Acuerdo de París, las iniciativas intergubernamentales han redoblado los esfuerzos contra el cambio climático, por lo que se apuesta por el desarrollo de un marco normativo mucho menos laxo y permisivo respecto a las emisiones de GEI, mientras se apuesta mucho más por el desarrollo de tecnologías de producción energéticas limpias y renovables.

### **2.3. CLASIFICACIÓN DE LAS EDIFICACIONES EN FUNCIÓN DE LA MAGNITUD DE SU IMPACTO MEDIOAMBIENTAL Y LA IMPORTANCIA DEL DISEÑO**

El impacto en el medio ambiente de las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas del consumo de energías no renovables suponen, actualmente, uno de los principales problemas tanto económicos como sociales. (Reus y Blancafort 2010)

El sector constructivo forma parte de este problema, ya que la construcción de las mismas, su utilización y su demolición favorecen en gran medida las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, amén de la generación de otro tipo de residuos perjudiciales para el suelo y el agua del planeta y el elevado consumo de materias primas. (Reus y Blancafort 2010)

Patricia Reus y Jaume Blancafort cuantificaron en 2010 que en la construcción de las edificaciones se producían unas emisiones aproximadas de 500Kg de CO<sub>2</sub> por metro cuadrado de superficie edificatoria construida mientras que, a lo largo de la vida útil del edificio las emisiones ascendían a 30Kg de CO<sub>2</sub> por metro cuadrado de superficie construida cada año, derivadas sobre todo del consumo de las instalaciones de la edificación. (Reus y Blancafort 2010)

Estas emisiones derivadas de la vida útil de la edificación se producen por el consumo energético de las edificaciones (Belausteguigoitia et al. 2010), tanto de forma directa, gracias al consumo de combustibles fósiles por sistemas de climatización, como indirecta, asociada a la generación energética en centrales alejadas de la propia edificación. (Reus y Blancafort 2010)

Teniendo en cuenta estos datos y, dado que la vida útil de las edificaciones se asocia al menos a medio siglo, las cuentas indican que las edificaciones mantienen un mayor impacto durante su

utilización en comparación con los demás procesos. Por ello, el comportamiento energético de las edificaciones se comienza a ensalzar como uno de los grandes factores a modificar para combatir los problemas del cambio climático. (Reus y Blancafort 2010)

Además de los problemas energéticos, las edificaciones se contemplan como un importante consumidor de los recursos hídricos planetarios, lo que implica que contribuyen activamente a la problemática mundial relacionada con la inminente escasez de agua potable global. (Reus y Blancafort 2010)

Consecuentemente y como se ha podido observar en lo relativo al marco histórico y normativo, no es de extrañar que el sector constructivo se encontrará, cada vez en mayor medida, en el foco de presión de las políticas mundiales contra la lucha del cambio climático. (Reus y Blancafort 2010)

El gran impacto ocasionado por el sector constructivo viene derivado de la escasa evolución de la arquitectura hacia las nuevas cuestiones sociales. Es cierto que la arquitectura ha cambiado notablemente desde sus inicios, derivando en modelos formales acordes con los tiempos y las necesidades de los habitantes, sin embargo, la evolución formal de la misma ha obviado y, en numerosas ocasiones, incentivado los problemas ambientales que constituyen una parte importante del pensamiento actual. (de Garrido 2014b)

Este punto no es de extrañar si se pone en evidencia la diferencia de velocidades entre el desarrollo social y el desarrollo arquitectónico, yendo el primero siempre un paso por encima del segundo. Con esto se expresa que, la arquitectura convencional actual responde a problemas que surgieron décadas atrás, donde no se presumían las cuestiones actuales en relación con la falta de recursos debido a su constante explotación, la creciente contaminación que puede provocar un colapso en el planeta y el exceso de residuos que aumentan dicha contaminación. Por ello y dada la inminencia de la problemática derivada del cambio climático, se pone de manifiesto la necesidad de buscar un nuevo modelo arquitectónico a seguir. (de Garrido 2014b)

Surge así una serie de conceptos, derivados tanto de dicha necesidad como de las presiones gubernamentales y sociales: las *Edificaciones de Consumo Casi Nulo* con siglas ECCN o *Nearly Zero Energy Building* con siglas nZEB en inglés y los *Edificios de Energía neta Cero* o *Zero Energy Building* con siglas ZEB, cuya base consiste en minimizar al máximo posible el impacto de las edificaciones en el medio ambiente, intentando con ello conseguir un balance energético neutro a lo largo de la vida útil del mismo (León 2018)

Se define un *Edificio de Consumo Casi Nulo* como “*un edificio con un nivel de eficiencia energética muy alto, que se determinará de conformidad con el anexo I. La cantidad casi nula o muy baja de energía requerida debería estar cubierta, en muy amplia medida, por energía procedente de fuentes renovables, incluida energía procedente de fuentes renovables producida in situ o en el entorno*” (Parlamento Europeo & Consejo de la Unión Europea, 2010 Art. 2). Esta definición aparece en la *DIRECTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios*.

Una definición de un *Edificio de Energía neta Cero*, reconocida internacionalmente, la introdujo la Agencia de la Eficiencia Energética y la Energía Renovable del Departamento de Energía de Estados Unidos que lo contempla como “*un edificio energéticamente eficiente donde, en base a las fuentes de energía, la energía suministrada anual real es menor o igual a la energía exportada renovable en el lugar*”. (León 2018)

Por otro lado, con el paso del tiempo y, a medida que ambos conceptos han ido tomando fuerza, numerosos expertos intentaron aportar nuevas definiciones a una Edificación de Energía neta Cero para adaptar dicho concepto a las numerosas situaciones que se pueden derivar de la construcción de un edificio. Así pues, autores como Annarita Ferrante o la propia ASHRAE diferenciaron entre (León 2018):

- Energía Cero in situ: aquel edificio ZEB que produce, como mínimo, toda la energía que consume, contabilizada anualmente, en el propio emplazamiento del edificio.
- Energía Cero en origen: el edificio consume energía de la red pero ésta se produce por medio de sistemas renovables en su totalidad.
- Energía Cero costes: el edificio produce tanta energía limpia como consume a lo largo del año, sin embargo exporta esta energía a la red. Así, compensa la energía que consume de la red con la energía exportada, reflejándose en las facturas de la vivienda puesto que la compañía suministradora paga por esa energía.
- Energía Cero emisiones: el edificio produce al año, por medio de sistemas renovables, la misma energía que consume y que proviene de sistemas de energía no renovable.

En resumen, tanto las edificaciones nZEB como las edificaciones ZEB son construcciones altamente eficientes con la diferencia de que las primeras, aunque puedan abastecerse en mayor medida con energías renovables, también necesitan el abastecimiento de fuentes de energía procedentes de la red mientras que, las segundas, se pueden suplir por ellas mismas gracias tan sólo a la generación de energía por medio de fuentes renovables. (Belausteguigoitia et al. 2010)

Entre la multitud de sistemas renovables se incluye la biomasa, producida generalmente con materiales de desecho. Obviamente la quema de biomasa produce CO<sub>2</sub>, sin embargo, en este caso es considerada una fuente de energía neutra ya que, el dióxido de carbono libreado a la atmósfera, se considera parte del ciclo biológico actual puesto que es el absorbido y emitido por las propias plantas. En contraposición, se encuentran el resto de combustibles no renovables como los combustibles fósiles, que suponen una continua emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera que no formaba parte del ciclo biológico. (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) 2007)

Por ello, otra de las diferencias significativas entre ambas edificaciones son las emisiones de CO<sub>2</sub>, lo que involucra otro concepto, la *edificación neutra en carbono* o *carbono cero*, el cual está más directamente relacionado con la problemática del cambio climático (Meyer Boake 2009). Este concepto surge de las necesidades de medir, reducir y compensar todas las emisiones de carbono que produce una edificación para paliar su impacto atmosférico. (Carruthers y Casavant 2013)

Un edificio *carbono cero* es, según la definición del Departamento de Energía y Clima del Reino Unido (DECC), aquel que “a través de un proceso transparente de cálculo de emisiones, reducción de esas emisiones y compensación de emisiones residuales, las emisiones netas del edificio son iguales a cero”. (Carruthers y Casavant 2013)

Se entiende como emisiones de un edificio aquellas que éste produce directamente, aquellas derivadas de las instalaciones que se encuentran dentro del propio edificio y, además, las emisiones indirectas, que son aquellas derivadas del suministro energético comprado a la red general, emitidas igualmente a la atmósfera debido al consumo de las edificaciones, entre otros elementos. Sin embargo, el DECC recomienda incluir, dentro del conjunto de emisiones, aquellas que, no formando parte de las anteriores, están asociadas al uso secundario del edificio, como son los viajes que realizan sus ocupantes, aunque estas últimas no llegan a ser propias de la edificación, por lo que generalmente no se tienen en cuenta. (Carruthers y Casavant 2013)

En base a la cantidad reducida de emisiones, el Instituto Americano de Arquitectos (COTE) y la Sociedad de Educadores de Ciencias de la Construcción (SBSE), desglosan de forma más exhaustiva el término *Edificio neutro en carbono*, así pues, dentro se pueden diferenciar (Carruthers y Casavant 2013):

- Edificio neutro en carbono en base a su energía operativa: Aquel que no utiliza ningún sistema que emite CO<sub>2</sub> a la atmósfera durante el periodo de su vida útil, garantizando aun así todos los consumos necesarios. Se considera de este tipo a aquellas edificaciones que producen la energía in situ por medio de sistemas renovables o que,

en caso de no producir la totalidad de energía requerida para su consumo, compran el resto (un máximo del 20%) a la red de abastecimiento, siempre y cuando esa energía provenga de sistemas renovables.

- Edificio neutro en carbono en base a la energía operativa y la energía incorporada: Aquel que, formando parte de la definición anterior, produce más energía de la requerida por el edificio, compensando la energía utilizada para elaborar los materiales de su construcción.
- Edificio neutro en carbono en base a la energía operativa, la energía del emplazamiento y los viajes de los ocupantes: Aquel edificio que, asociado a las dos definiciones anteriores, produce un exceso de energía tal que permite compensar además las emisiones asociadas a las actividades derivadas de la ubicación del edificio, como los viajes de sus ocupantes.

Como se puede observar, aunque con el paso del tiempo han ido surgiendo numerosos conceptos en relación con el desarrollo sostenible de las edificaciones, no todas las tipologías edificatorias que se prevén para el futuro tienen la misma huella ecológica. Las edificaciones de consumo casi nulo no siempre son edificaciones neutras en carbono mientras que las edificaciones de consumo nulo sí que presentan esta característica.

Por ello parece que, frente al fracaso del objetivo 2020 en cuanto a edificaciones de consumo casi nulo, se está empezando a enfocar la construcción hacia el consumo nulo de energía, conllevando con ello, un impacto también nulo al medio ambiente, si bien la generación total de la energía consumida en una edificación por medio de sistemas renovables supone un reto importante desde hace ya varios años, tanto tecnológicamente hablando como económicamente. (Belausteguigoitia et al. 2010)

Es notable que la mayoría de emisiones contaminantes se deben al consumo energético de las edificaciones y, dado que los sistemas energéticos renovables son limitados en función de la localización y el espacio, el primer paso hacia una edificación con emisiones de carbono nulas deberá consistir en una reducción del consumo energético del mismo, es decir, consistirá en implementar su eficiencia energética. (Li 2011)

Gracias a la implementación de la eficiencia energética de las edificaciones, éstas se podrán mejorar como mínimo hasta la consecución de edificaciones de consumo casi nulo, de forma que se reducirán radicalmente las emisiones de carbono y, poco a poco, se acercarán más a los objetivos de edificaciones ZEB y de cero emisiones de carbono (León 2018).

El concepto de eficiencia energética abarca la disminución del porcentaje de energía utilizado por la edificación, sin embargo, este porcentaje puede ser o no importante. En numerosas ocasiones se intenta denominar a una edificación como más eficiente, sólo por medio de la implementación de algunos sistemas como es la calefacción o la iluminación general de la misma (de Garrido 2014a), cosa que ocurre sobre todo en las reformas del parque edificatorio ya construido.

Para poder conseguir una edificación realmente eficiente energéticamente hablando, se ha de pensar, antes de en el abastecimiento energético, en un diseño constructivo optimizado para la reducción de la demanda. Se plantea entonces otro concepto, el diseño bioclimático de las edificaciones. (de Garrido 2014a)

Es interesante observar que poco a poco se fueron perdiendo los hábitos de construcción que nuestros antepasados, con su experiencia, fueron adquiriendo para vivir de manera confortable, aprovechándose de las características del medio que rodea su edificación. (Serra 2004).

Además, aunque a lo largo de la historia se han definido las necesidades constructivas en base a la viabilidad técnica y económica, la introducción del factor medioambiental en la ecuación y el nuevo auge de la conciencia social en pro del beneficio del planeta, permite replantearse las necesidades de utilización de los sistemas energéticos convencionales, abriendo camino hacia una nueva forma de construir la arquitectura. (Guerra Menjivar 2013)

Por todo ello, entre el nuevo pensamiento moderno que dirige a la sociedad a la adaptación de las viviendas al lugar para reducir el consumo energético y adquirir un mayor confort, surge el término de arquitectura bioclimática, que no es ni más ni menos que volver a construir pensando en el entorno y en sus condiciones como hacían ya nuestros antepasados pero con conocimientos sostenidos y concretos sobre la zona donde se ubicarán estas construcciones. Así pues, se define la arquitectura pasiva como *“aquella arquitectura que se diseña pensando en las condiciones del medio que la rodea para conseguir el confort de sus habitantes con el mínimo uso de sistemas activos de instalaciones como calefacción y climatización”* (Arquitectura Invisible 2017)

Tan sólo un correcto desarrollo constructivo basado en el concepto de arquitectura bioclimática podrá permitir una adecuada elección de los sistemas energéticos que, a su vez, encaminarán la edificación a seguir los pasos para la consecución de la eficiencia energética, puesto que se podrán evaluar la totalidad de alternativas disponibles para reducir la energía consumida en la vivienda por medio de combustibles fósiles o alternativas no renovables. (Guerra Menjivar 2013)

Como ya se ha mencionado, la base para la consecución de edificios de consumo y emisiones nulas comienza con una reducción del propio consumo del edificio, sólo así se conseguirán reducir los equipos necesarios para abastecer dicho consumo y, consecuentemente, se conseguirán reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>. Para conseguir alcanzar este objetivo, hay que diseñar la edificación de forma bioclimática, lo cual sólo se conseguirá por medio de utilización de estrategias pasivas. (de Garrido 2014a)

Entre la elección de las estrategias pasivas adecuadas, generalmente se contemplan las siguientes: proyectar el edificio con una adecuada orientación y factor de forma, diseñar la envolvente de tal forma que se favorezca la regulación de las temperaturas interiores y delimitando las pérdidas por los cerramientos, favorecer la iluminación natural en todas las estancias para el ahorro de luz artificial, utilizar la vegetación del entorno y protegerse de la radiación excesiva, etc. (Guerra Menjivar 2013; de Garrido 2014a)

Con todas estas estrategias, se conseguirán reducir en gran medida los elementos que consumen energía en el interior de la vivienda, consiguiendo una reducción máxima si sus habitantes se hacen partícipes en el ahorro por medio de un consumo responsable y un buen uso de la edificación. (de Garrido 2014a)

Tan sólo después de haber realizado un adecuado diseño de la vivienda, es cuando se debe abarcar la eficiencia energética de la misma. Con ello se conseguirá reducir en mayor medida el consumo de la edificación, transformando la construcción en una edificación de consumo casi nulo. Se llevará así, una selección óptima de los aparatos que necesitará la vivienda, todos ellos de alta eficiencia y bajo consumo.

Finalmente, tras haber diseñado la vivienda bajo la pauta de la reducción del consumo, se ha de proceder a evaluar qué tipo de sistema renovable se adecúa más a la edificación y al lugar en el que se ubica, dimensionándolos para que abastezcan la totalidad, o en su defecto, la mayor parte del consumo (de Garrido 2014a) e intentando evitar en la medida de lo posible los tipos de compensaciones mencionadas con anterioridad, agotando primeramente todos los demás recursos posibles. (Meyer Boake 2009)

Como se puede observar, la reducción de la demanda parece el punto de partida más sensato a la hora de perseguir el diseño de una edificación de consumo energético cero ya que, sin un diseño adecuado para reducir el consumo energético ni una adecuada elección de los aparatos, es decir, una adecuada eficiencia energética, no se podrá abastecer la totalidad de la demanda por medio de energías renovables de una forma viable. Consecuentemente, no se conseguirá una edificación neutra en carbono. (Meyer Boake 2009)

A pesar de la importancia de un correcto diseño, basado en la arquitectura bioclimática, un desarrollo adecuado de la eficiencia energética del mismo y una selección de sistemas

totalmente viable, existe otro factor fundamental a la hora de evaluar las capacidades que puede tener una construcción, este factor es el clima específico del lugar.

Aun consiguiendo una edificación de muy bajo consumo por la realización de un correcto diseño y la elección de aparatos totalmente eficientes, las características climáticas de la zona en la que se ubica la construcción pueden favorecer o perjudicar la consecución de unas emisiones nulas de carbono e incluso, de un consumo energético nulo, debido a la falta de adecuación de los sistemas elegidos, con lo que se rebajarán las expectativas de dicha edificación y siendo finalmente una arquitectura de consumo casi nulo, pero no consiguiendo los objetivos marcados para el futuro. (Li 2011)

Por ello, el estudio del clima y la elección en base al mismo, no solo de las características constructivas de la vivienda, sino también de los sistemas energéticos que la van a abastecer, determina la mayor parte de la viabilidad técnica a la hora de conseguir una edificación de consumo energético y de emisiones nulas.

#### **2.4. LA IMPORTANCIA DEL CLIMA PARA LA CONSECUCIÓN DE EDIFICACIONES DE CONSUMO Y EMISIONES NULAS**

El adecuado diseño y construcción de las edificaciones hace necesario, cada vez más, conocer las denominadas por Rafael Serra y Helena Coch como *prexistencias ambientales* del lugar, las cuales engloban características particulares tanto climáticas como otros tipos de parámetros (sociales, económicas...) de dicho entorno y que influyen considerablemente en las condiciones de una zona geográfica en particular. (Serra y Coch 1995)

Centrando el tema en las condiciones climáticas, el científico alemán Wladimir Köppen fue la primera persona en clasificar los climas mundiales en el año 1900 y, posteriormente, dicha clasificación fue modificada por él mismo y por Rudolf Geiger en 1918 y 1936. (Grieser, Beck y Rubel 2006)

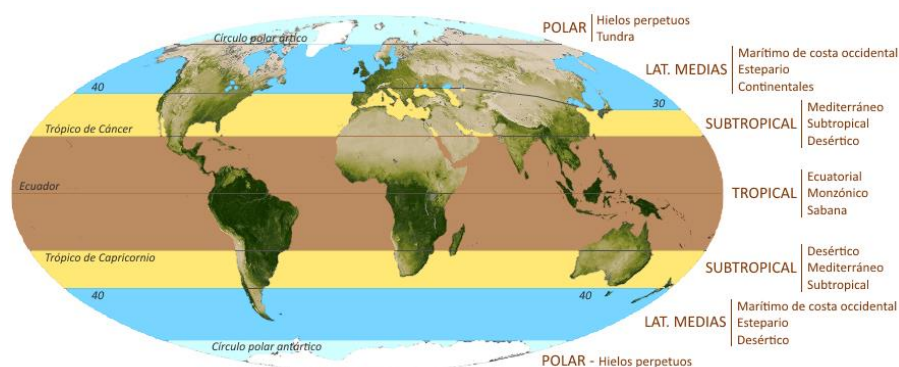
En esta clasificación se pueden observar claramente las notables diferencias dadas por algunos de los factores climatológicos, anteriormente expuestos, en la totalidad del globo terrestre. Aunque la clasificación data de hace más de cien años y a pesar de las numerosas correcciones de su clasificación por otros autores, actualmente es la más utilizada para establecer las zonas climáticas en la geografía mundial, incluyéndola también en algunos estudios sobre el cambio climático. (Grieser, Beck y Rubel 2006)

La clasificación de Köppen tiene como base la distribución de la vegetación en el mundo, debido a que la presencia de un tipo u otro de vegetación está estrechamente ligada a los parámetros de temperatura y precipitaciones del clima de la zona donde crezca la misma. Así pues, en base a estos datos, Köppen estableció un sistema de división caracterizado por diversos grupos y subgrupos identificados por una serie de letras. (Gobierno de Navarra 2019)

En base al estudio de Wladimir Köppen, la Tierra se divide en cinco zonas diferentes que forman los cinco grupos climáticos generales dependientes de su latitud. Cada una de estas zonas generales se subdividen en función de las precipitaciones y en algunos casos, éstas se vuelven a subdividir en función de las temperaturas, como se muestra en la Tabla 1 y que se delimitan según la imagen posterior a la tabla [Fig.1] (Gobierno de Navarra 2019)

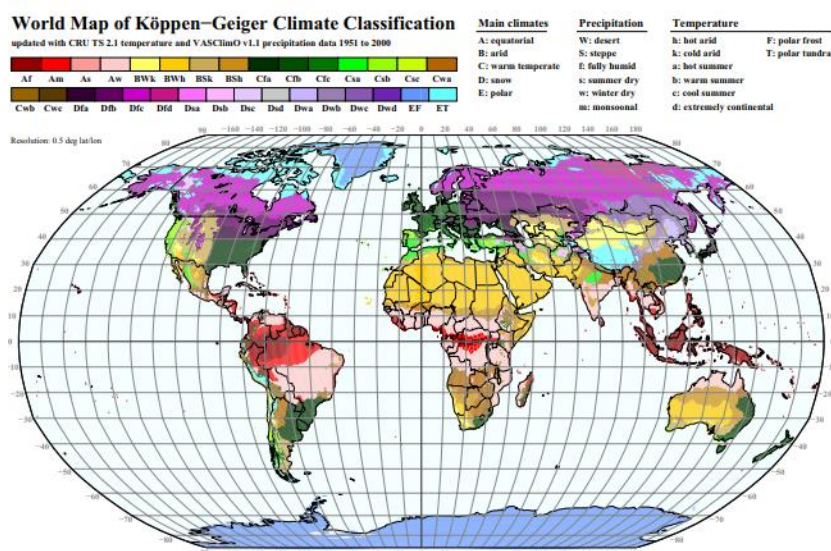
LETRA	TIPO	CARACTERÍSTICAS	SUBDIVISIÓN EN FUNCIÓN DE PRECIPITACIONES		SUBDIVISIÓN EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA	
			LETRA	TIPO	LETRA	TIPO
A	TROPICAL	Climas húmedos con temperaturas superiores a 18°C	f	Ecuatorial	-	-
			m	Monzónico		
			w	Sabana		
B	SECO	Las precipitaciones anuales son inferiores a la evapotranspiración potencial anual (estepas y desiertos)	s	Estepario	h	Cálido
			w	Desértico	k	Frío
C	TEMPLADO	Las temperaturas oscilan entre -3°C y 18°C, superando en el mes más cálido los 10°C	s	Verano seco	a	Subtropical
			w	Invierno seco	b	Templado
			f	Húmedo	c	Frío
D	CONTINENTAL	Climas de elevada amplitud térmica: en el mes más frío la temperatura es menor a -3°C y en el mes más cálido es superior a 18°C,	s	Verano seco	a	Subtropical
			w	Invierno seco	b	Templado
			f	Húmedo	c	Frío
			-	-	d	Inviernos extremadamente fríos
E	POLAR	Climas secos y fríos donde no se sobrepasan los 10°C	-	-	t	Tundra
					f	Hielos perpetuos

**Tabla 1.** Clasificación de Köppen. Fuente: Gobierno de Navarra - <http://meteo.navarra.es/definiciones/koppen.cfm>



**Figura 1.** Zonificación de la Tierra con respecto a la clasificación de Köppen. Fuente: Gobierno de Navarra - <http://meteo.navarra.es/definiciones/koppen.cfm>

Dentro de las zonas geográficas correspondientes a los cinco grandes grupos, se encuentran las delimitaciones de los diferentes tipos de subgrupos. Son numerosos los autores que han ido modificando las delimitaciones de los subgrupos con el paso del tiempo en base a los nuevos datos meteorológicos, como por ejemplo el realizado por Markus Kottek, Jürgen Grieser, Christoph Beck, Bruno Rudolf y Franz Rubel [Fig.2], en base a datos recogidos en el periodo de tiempo comprendido entre 1951 y 2000, que se muestra a continuación.



**Figura 2.** Zonificación detallada de la Tierra con respecto a la clasificación de Köppen. Fuente: Grieser, Beck y Rubel - [https://www.researchgate.net/publication/51997463\\_World\\_Map\\_of\\_the\\_Koppen-Geiger\\_Climate\\_Classification\\_Updated](https://www.researchgate.net/publication/51997463_World_Map_of_the_Koppen-Geiger_Climate_Classification_Updated)

Como se puede observar, tan sólo con un par de parámetros se pueden obtener numerosas combinaciones que determinan el clima específico de una zona relativamente amplia. Sin embargo, las características climáticas van más allá que las establecidas por los agentes meteorológicos influyendo también la geografía, topografía y naturaleza de la zona específica, dando lugar con ello, dependiendo de la magnitud de la zona en la que se miran a climas particulares, a zonas geográficas completas o a microclimas cuando se estudian lugares a menor escala. (Serra y Coch 1995)

Por otro lado, es importante destacar que los cambios de los microclimas en una misma sub-zona climática pueden ser importantes, puesto que dependerán de los factores geográficos, biológicos y tecnológicos de la localización concreta que se estudie. Así pues, en un mismo país, provincia e incluso ciudad se podrán observar características climáticas distintas con cambios más o menos notables derivados de diferentes valores en la radiación solar, temperatura del aire, humedad relativa, viento, contaminación del aire, precipitaciones, etc. (Serra y Coch 1995)

En la actualidad aún parece existir la idea de que cualquier edificio es capaz de adaptarse a cualquier lugar gracias al uso de los sistemas activos de instalaciones energéticas, dejando a un lado la adaptación particular en el diseño de la edificación al clima en el que se ubica; algo que no ocurría décadas atrás con la arquitectura tradicional. (Serra y Coch 1995)

En base a los datos explicados y a la visualización de la numerosa variedad de condiciones climatológicas a lo largo del mundo, conviene replantearse la idea de que los sistemas de instalaciones energéticas convencionales no son la clave a la hora de conseguir la adaptación de la arquitectura al lugar, sobre todo a la hora de conseguir un desarrollo sostenible del sector constructivo.

Por el contrario, se podría decir que arquitectura y clima vienen de la mano puesto que, para conseguir el confort interior de los inquilinos de la edificación, la arquitectura ha de responder a los fenómenos ambientales que tienen algún tipo de influencia sobre los mismos y, al mismo tiempo, se debería beneficiar de estos fenómenos para conseguir un ahorro energético importante sin poner en riesgo dicho confort (Serra 2004).

Además, como ya se ha mencionado en apartados anteriores, los sistemas de energías renovables, necesarios para conseguir edificaciones de consumo de energía nulo y, consecuentemente, para conseguir edificaciones neutras en carbono, tan sólo son uno de los



tres pilares básicos, precedidos por la adecuación de la vivienda a un diseño bioclimático y la reducción del consumo en base a la eficiencia energética (de Garrido 2014a). Por ello, los distintos aspectos climáticos, dependientes de la zona de actuación, influyen también de manera significativa en la consecución de los objetivos de desarrollo sostenible en el sector constructivo cuando se habla de la vida útil de las edificaciones, bien sea para la consecución de un ahorro energético necesario para poder llevar a cabo dichos objetivos como para la elección de los medios más adecuados a la hora de abastecer la vivienda.

Todo ello se intensifica en países con numerosas y muy diferentes características climáticas como las que presenta España en la totalidad de su territorio, delimitando de manera rotunda las medidas de actuación frente al autoabastecimiento de las edificaciones.

#### **2.4.1. LAS DIFERENCIAS CLIMÁTICAS EN ESPAÑA**

España se encuentra en una zona climática templada según la clasificación de Köppen, sin embargo, como se puede observar en el mapa anteriormente expuesto, dentro del territorio geográfico español prácticamente están presentes casi todas las subdivisiones climáticas expuestas por Köppen para una tipología C.

Esta variedad del clima español está determinado tanto por su situación geográfica limitando al norte con otra tipología climática, como por su topografía en la península, los cambios se intensifican si nos fijamos en las Islas Canarias, Ceuta y Melilla. (De Castro, Martín-Vide y Alonso 2005)

España se puede dividir, como ya se ha visto, en zonas que presentan diferentes tipos de clima en base a diversos factores climáticos como son la temperatura, precipitaciones, radiación solar, nubosidad, humedad del aire, presión atmosférica y viento. La diferencia de intensidad y valores con la cual se presentan cada uno de estos factores es notable entre el norte, centro y sur de la península, así como entre el Este y el Oeste (De Castro, Martín-Vide y Alonso 2005).

En lo relativo a la temperatura las diferencias de latitud y las condiciones que aportan el océano Atlántico y el mar Mediterráneo permiten destacar diversas variaciones. Así pues, en base a los datos expuestos por Manuel de Castro, Javier Martín-Vide y Sergio Alonso en su documento *El clima de España: pasado, presente y escenarios de clima para el Siglo XXI* recogidos en el periodo de tiempo abarcado desde el año 1971 al año 2000, se puede determinar que las temperaturas en función de la tabla presentada a continuación [Tabla 2]. (De Castro, Martín-Vide y Alonso 2005)

Ubicación	Zona	Tª media anual (°C)
A nivel del mar	Costa cantábrica	14
	Costa mediterránea Sur	18
	Costa mediterránea Noreste	15
	Costa mediterránea Sureste	18
En la meseta	Submeseta Norte	10-12,5
	Submeseta Sur	12,5-15
Depresiones, cuencas y valles	Cuenca del Ebro	14
	Depresión del Guadalquivir	17-18
	Extremadura	16
Cordilleras, picos y sierras	Norte peninsular (por encima de los 2800m)	<0
	Sur peninsular (por encima de los 3100m)	<0

**Tabla 2.** Diferencia de temperaturas en la península Ibérica. Fuente: De Castro, Martín-Vide y Alonso - [http://digital.csic.es/bitstream/10261/35782/1/090471228000f24f\\_tcm7-12417.pdf](http://digital.csic.es/bitstream/10261/35782/1/090471228000f24f_tcm7-12417.pdf)

Como se puede ver, las diferencias entre las temperaturas son relativamente considerables y aumentan hacia el Sur y hacia el Este de la península, sin embargo, los datos han variado desde el año que se tomaron y según el último informe publicado por AEMet del año 2018, la temperatura media anual en España se ha elevado 0,4°C el último año (Agencia Estatal de Meteorología 2018).

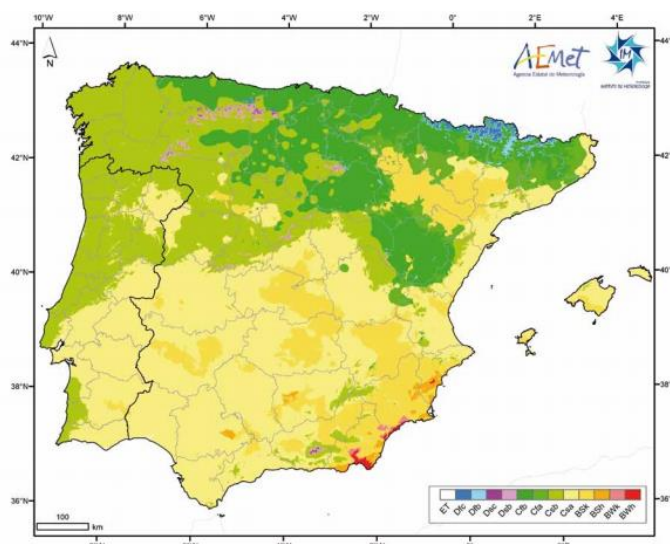
En lo relativo a la continentalidad o amplitud térmica, España se divide entre zonas de gran amplitud térmica como son la meseta y la cuenca del Ebro, que pueden alcanzar incrementos de temperaturas estacionales de hasta 20°C; una amplitud térmica media en zonas del norte peninsular y en las costas gallegas, en las cuales la diferencia de temperaturas ronda los 9°C; y finalmente la zona mediterránea de poca amplitud térmica, donde la diferencia de temperaturas estacionales puede llegar a ser de tan solo 4°C (De Castro, Martín-Vide y Alonso 2005).

Las precipitaciones en la península establecen una clasificación del territorio español de tres tipos de zonas, consideradas comúnmente como la España lluviosa al norte, la España seca central y la España semidesértica sur. Estas zonas no presentan una delimitación geográfica tan notable como ocurre con la temperatura y la continentalidad debido a las características topográficas del país. Además, el régimen pluviométrico no corresponde a una estación general ni la falta del mismo corresponde a una estación seca general para todo el territorio, aunque la zona Sur española presenta problemas de sequía sobre todo en épocas de verano (De Castro, Martín-Vide y Alonso 2005).

La zona cantábrica española y la zona del valle del Ebro son las que menor radiación solar reciben, al contrario que en la zona mediterránea. Al mismo tiempo, la zona cantábrica es la que presenta el menor número de días despejados de todo el país. Por otro lado y en lo relativo a la humedad del aire, las zonas centrales de España son las que menor porcentaje presentan (De Castro, Martín-Vide y Alonso 2005).

Finalmente, en cuanto al viento, las zonas con mayores vientos y mayores velocidades son: la zona sur próxima a Gibraltar, la zona norte en las costas Gallegas y del País Vasco y el norte de Navarra, zonas del Valle del Ebro, la costa catalana y las cordilleras, sierras y picos de la península (De Castro, Martín-Vide y Alonso 2005).

Como se puede observar con respecto a los datos mencionados, la situación climática de España resulta imposible de generalizar puesto que presenta grandes diferencias dependientes de la zona geográfica de la provincia que se estudie. Estos datos se pueden visualizar con respecto a la clasificación de Köppen en la imagen inferior obtenida del *Atlas climático Ibérico* realizado por la Agencia Estatal de Meteorología (Agencia Estatal de Meteorología 2011), donde se determinan por medio de una escala de colores las diferentes zonas climáticas que abarca el territorio español [Fig.3]



**Figura 3.** Atlas climatológico de España. Fuente: Agencia Estatal de Meteorología - [http://www.aemet.es/documentos/es/conocermas/recursos\\_en\\_linea/publicaciones\\_y\\_estudios/publicaciones/Atlas-climatologico/Atlas.pdf](http://www.aemet.es/documentos/es/conocermas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/publicaciones/Atlas-climatologico/Atlas.pdf)

<b>BWh:</b> Desierto cálido	<b>BWk:</b> Desierto frío	<b>BSh:</b> Estepa cálida	<b>BSk:</b> Estepa fría
<b>Csa:</b> Templado con verano seco y caluroso	<b>Csb:</b> Templado con verano seco y templado	<b>Cfa:</b> Templado sin estación seca con verano caluroso	<b>Cfb:</b> Templado sin estación seca con verano templado
<b>Dsb:</b> Frío con verano seco y templado	<b>Dsc:</b> Frío con verano seco y fresco	<b>Dfb:</b> Frío sin estación seca y verano templado	<b>Dfc:</b> Frío sin estación seca y verano fresco
<b>ET:</b> Tundra			

**Tabla 3.** Leyenda del Atlas climatológico de España. Fuente: Agencia Estatal de Meteorología - [http://www.aemet.es/documentos/es/conocermas/recursos\\_en\\_linea/publicaciones\\_y\\_estudios/publicaciones/Atlas-climatologico/Atlas.pdf](http://www.aemet.es/documentos/es/conocermas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/publicaciones/Atlas-climatologico/Atlas.pdf)

En base al estudio del clima español, se puede verificar la importancia del diseño adecuado de la arquitectura conforme al clima de la zona específica en la que se ubica. No debe de ser genérico, puesto que las condiciones necesarias para conseguir una habitabilidad adecuada son muy diversas entre distintas zonas y no ha de confiar el confort de sus habitantes completamente al diseño de las instalaciones energéticas, puesto que esto implicaría un aumento desmesurado del consumo de la energía del parque edificatorio.

Por otro lado, el estudio del clima específico del emplazamiento específico de las futuras edificaciones se torna igualmente importante a la hora de contribuir al desarrollo sostenible del sector constructivo, puesto que, como se puede visualizar en la totalidad de datos anteriores, las variaciones climáticas entre zonas relativamente próximas son notables.

El Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) define las energías renovables como *“recursos limpios y casi inagotables que proporciona la naturaleza.[...]”* (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) 2008). Esta definición lleva implícita que los sistemas, que producen el abastecimiento de las edificaciones por medio de energías renovables, son dependientes de los recursos que proporcione la propia naturaleza, lo cual conlleva que no todo sistema renovable es válido para cualquier lugar, puesto que como se ha podido observar a lo largo de este apartado, los recursos ofrecidos por los diversos medios naturales presentes en el planeta son muy variables.

Consecuentemente, existe la prioridad de llevar a cabo un estudio exhaustivo que permita la elección adecuada de las instalaciones de energías renovables antes de efectuar la elección de forma impulsiva. En cada caso particular la eficiencia de los sistemas energéticos dependerá de las horas de sol, la velocidad y dirección del viento y las características del terreno entre otros, requiriéndose dicho estudio para conocer su viabilidad. Sólo así se mejorará el aprovechamiento de la mayor parte de recursos naturales que ofrece dicho emplazamiento en concreto, evitando sobrecostos innecesarios de sistemas que, realmente, no aportan nada a la edificación y, por tanto, no implican la consecución de la eficiencia energética en la misma, la cual es uno de los pilares fundamentales para la obtención de edificios con un impacto nulo en el medio ambiente. (Sala 2013)

## **2.5. EL IMPACTO DE LAS EDIFICACIONES EN OTROS ASPECTOS: LA IMPORTANCIA DEL AGUA**

Aunque el debate de la huella ecológica de las edificaciones en términos energéticos se ha ensalzado significativamente, existen otros impactos sobre el medio ambiente que también ponen en riesgo la estabilidad de las especies en el planeta. Uno de ellos es el problema hídrico al que los seres humanos se enfrentan, suponiendo una situación apremiante en la actualidad puesto que es uno de los principales factores para la presencia de vida en el planeta. El agua es necesaria para la vida tanto porque es indispensable para mantener con vida a todas las especies del planeta como porque regula sus condiciones ambientales, permitiendo con ello la existencia de esas especies.

El agua es un recurso limitado, esto quiere decir que la cantidad de agua potable presente en el planeta se mantiene en un porcentaje específico, menos del 3% de la cantidad total de agua en el planeta, del cual, una gran parte se encuentra retenida en los casquetes polares por lo que no se puede utilizar de forma continuada. (Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Tecnología., Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos y UNWATER 2009)

Además, hay que tener en cuenta que el porcentaje de agua presente en el planeta es el mismo desde siempre pero diferenciada en distintos estados (sólido, líquido y gaseoso) en función del ciclo hidrológico y su utilización viene determinada por la situación en la que se encuentre en el momento, por ello, en numerosas ocasiones sólo se contempla que el porcentaje de agua utilizable para la vida es del 1% de todo el recurso disponible, con lo que se refuerza el concepto del agua como recurso limitado. (Diputación de Barcelona. Área de Medio Ambiente. 2010)

El ciclo hidrológico natural del agua permite que, en su intercambio entre el mar y la atmósfera, por medio de la evaporación oceánica, se desprenda de los componentes, nocivos y no perjudiciales, que absorbe por su paso en la superficie terrestre, dando como lugar agua considerada pura en forma de lluvia, que es la que aporta la totalidad de agua potable a la superficie del planeta, lo que supone que las precipitaciones son también una fuente de agua dulce. Sin embargo, el ciclo hidrológico del agua está limitado por las condiciones globales de cada parte del mismo, como puede ser la latitud, el viento, la geología y el tipo de terreno entre otros, por lo que una numerosa cantidad del agua potable disponible se encuentra concentrada en determinados lugares que presentan unas características ambientales idóneas. (Diputación de Barcelona. Área de Medio Ambiente. 2010)

A la concentración del agua dulce en diversas zonas se le suman una serie de condiciones que implican el desarrollo insostenible del recurso hídrico, equiparándose a la importancia de la contaminación atmosférica del planeta.

El principal problema se desarrolla debido al aumento de la población mundial en un 1% desde los años 80 (Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Tecnología)

2019) que, junto con el crecimiento urbano y de la industria, ha generado una gran demanda de agua dulce que aumenta con el paso del tiempo. (Connor 2015)

Este aumento continuado de la demanda de agua dulce se presenta con más fuerza en los países desarrollados (Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Tecnología 2019) que, al igual que ocurre con el uso de la energía, definen el modelo y calidad de vida de sus habitantes con la explotación de los recursos naturales, mientras que por otro lado, casi la mitad de la población mundial, coincidente con aquellos países menos desarrollados, sufre una escasez notable (Diputación de Barcelona. Área de Medio Ambiente. 2010), de tal forma que, según los datos recogidos por las Naciones Unidas en 2019, tres de cada 10 personas no pueden abastecerse con agua potable.

En la actualidad, el sector agrario representa el mayor consumidor de agua del planeta, seguido de la industria y del consumo en las viviendas (Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Tecnología 2019). Estos sectores se abastecen en su mayoría por medio de acuíferos y aguas subterráneas, provocando su sobreexplotación y, con ella, graves problemas de contaminación de los mismos, lo que implica, a su vez, que se limite aún más el recurso hídrico. (Connor 2015)

En general, se prevé que en el año 2030, la escasez de agua aumente hasta el 40% con respecto a la situación actual (Connor 2015) y que en 2050 la demanda global de agua dulce haya aumentado hasta en un 30%, debido principalmente a la industria y al consumo de las ciudades de países desarrollados (Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Tecnología 2019), mientras que el 90% de la población mundial se concentrará en países en vías de desarrollo donde los recursos en relación con el agua serán muy limitados (Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Tecnología., Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos y UNWATER 2009). Consecuentemente a lo antecitado, aumentará el porcentaje de escasez en un valor considerable a no ser que se cambie el modo de explotación de los recursos hídricos globales incluyendo, en ello, la optimización del modo de distribución de los mismos. (Connor 2015)

A parte del crecimiento continuo de la población, las ciudades de los países desarrollados tienen una gran influencia sobre las presiones de los recursos hídricos, sobre todo derivada de su crecimiento demográfico en pro de la búsqueda de una mayor calidad de vida, lo que implica la necesidad de mantener una buena perspectiva en su desarrollo sostenible, buscando la relación de las mismas con las necesidades futuras en cuanto al abastecimiento de agua dulce de calidad. (Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de Naciones Unidas (ONU-DAES) 2010)

A pesar de que el aumento demográfico y de consumo son las bases de la presión que se ejerce sobre los recursos hídricos, a esta problemática se le suma las presiones de la contaminación. Además, con la llegada del cambio climático y el aumento de las temperaturas del planeta se aumentará el ya elevado grado de escasez en determinadas regiones del mundo. Consecuentemente, la problemática del agua se tornará igualmente importante para los países desarrollados, puesto que las fuentes de abastecimiento, tanto subterráneas como superficiales, se contaminarán y su agua perderá la calidad que ahora presenta, se limitará su disponibilidad y aumentarán las enfermedades entre la población, disminuyendo notablemente la calidad de vida en las mismas. (Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Tecnología 2019)

Debido al ciclo hidrológico natural del planeta, una gran parte de la población mundial reside en zonas áridas con pocos recursos hídricos y, debido a las consecuencias del cambio climático, numerosas organizaciones y científicos prevén que ese ciclo hidrológico irá en aumento favoreciendo grandes sequías en numerosos puntos del planeta mientras que la otra parte sufrirá graves inundaciones (Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Tecnología., Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos y UNWATER 2009). No

es de extrañar que una gran parte de los desastres naturales actuales estén relacionados con este tema, como pudo recoger la ONU para el periodo comprendido entre 1995 y 2015, donde los desastres relacionados con sequías representaron el 5% de la totalidad de todos los desastres naturales mientras que las inundaciones representaron el 43%. (Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Tecnología 2019)

A parte de las crecientes sequías e inundaciones, entre los cambios del ciclo hidrológico, se podrán observar una aceleración de las escorrentías debida a la disminución de la nieve, un mayor número de sedimentos arrastrados por la acción de erosión de las mismas y una menor capacidad depuradora de las aguas superficiales y el terreno debido a la mayor concentración de contaminantes. (Méndez 2016)

Dicha contaminación aumenta con el impacto de las propias ciudades sobre el medio acuoso. En éste ámbito se introduce las necesidades de servicios de saneamiento adecuados, pues debido a la falta de recursos, muchas ciudades en vías de desarrollo vierten sus aguas residuales directamente sin depurar al medio, favoreciendo la contaminación masiva, no sólo de dicho medio, sino de la totalidad del agua del planeta (Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Tecnología., Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos y UNWATER 2009).

Además de la falta de recursos de las ciudades de países no desarrollados, aquellas pertenecientes a países que sí lo son también favorecen las acciones contaminantes del agua. Así pues, la generación descontrolada de residuos bajo un erróneo tratamiento, tanto por medio de vertederos incontrolados que favorecen la contaminación del agua subterránea como por medio de vertidos directos a cauces superficiales, junto con una falta de sensibilidad a la hora de reducir los vertidos en las viviendas y la mala gestión y manutención de las instalaciones de drenaje y redes de alcantarillado, permiten que la contaminación de los recursos hídricos se vea alarmantemente incrementada. Por ello, para hacer frente a la futura demanda, se tendrán que abastecer por medio de fuentes que se encuentran mucho más a desmano, empleando más recursos y más dinero, sobreexplotando en mayor medida los recursos y aumentando con ello la desigualdad con respecto a los países menos desarrollados, con lo que se incrementará todo el problema. (Connor 2015)

Pese a toda la problemática relacionada con el consumo desmesurado de los habitantes de las ciudades y la contaminación de los recursos hídricos, el *Tercer Informe sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos* en el mundo, publicado por las Naciones Unidas en 2009, establece que las tecnologías y el conocimiento actual permite que muchos de los problemas antemencionados en relación con las ciudades obtengan una solución viable; siempre y cuando se visibilice la problemática del agua desde una perspectiva global, que afectará a todos los países mundiales de forma inmediata y con graves consecuencias. (Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Tecnología., Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos y UNWATER 2009)

Es en este escenario donde las acciones de captación y aprovechamiento de agua de lluvia y el adecuado tratamiento y aprovechamiento de las aguas residuales adquieren una creciente importancia y se comienzan a explorar las posibles soluciones para mejorar las condiciones hídricas actuales, introduciéndolas en el concepto del desarrollo sostenible de las ciudades. (Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de Naciones Unidas (ONU-DAES) 2010)

Pese a que la reutilización de agua de lluvia para el abastecimiento de la población se ha desarrollado a lo largo de la historia de forma continuada, ante la grave amenaza a la que se enfrenta el planeta en relación con el aumento de la demanda y la escasez de recursos, la captación de agua de lluvia se vuelve a contemplar como solución a los problemas del futuro, acompañando esta acción con una serie de factores favorables, como es el incremento y la innovación de las tecnologías actuales y los nuevos conocimientos y mecanismos de gestión.

Además, este planteamiento permitirá: una reducción del impacto en relación con la disponibilidad del recurso, puesto que se reducirá la demanda provocada por el incipiente aumento de la población; la prevención de los efectos del cambio climático, tanto las inundaciones, permitiendo evitar que la estructura urbana, que generalmente se conforma de pavimento impermeable, se sature y se empantane, como las sequías, puesto que un mayor ahorro y la recogida global en los lugares donde el recurso no escasea permitirá distribuir el agua de forma equitativa y evitar la sobreexplotación de otros recursos como los acuíferos; y finalmente, ayudará a la prevención de la contaminación de los cauces superficiales y subterráneos del agua, puesto que se evitará el arrastre de sustancias nocivas que se encuentran en los suelos de las ciudades. (Soluciones Hidropluviales 2011)

Pese a sus numerosos beneficios, la situación actual en lo relativo a la recogida de agua de lluvia deja mucho que desear, recolectada únicamente para su canalización fuera del espectro de la ciudad, mezclándola a su vez con las aguas grises generadas de las viviendas y, en el peor de los casos, con las aguas negras, contaminándola aún en mayor medida.

El agua de lluvia se caracteriza por tener una mayor calidad que la presente en los cauces superficiales y en el subsuelo, puesto que el propio ciclo hidrológico permite su depuración y, al no haber estado en contacto con los contaminantes de la superficie terrestre, la convierten en un agua generalmente pura. (Soluciones Hidropluviales 2011)

Sin embargo, al hablar de recogida de aguas de lluvia a escala ciudad, hay que tener en cuenta que las proporciones de contaminantes que presenta, puesto que, como ya se ha explicado en apartados anteriores, las ciudades son focos de contaminación y emisoras de gases a la atmósfera. Las partículas emitidas por las ciudades a la atmósfera pueden ser arrastradas por el agua de lluvia, así como las partículas presentes en las superficies de recogida, que pueden contener porcentajes de químicos, hidrocarburos y basuras.

Consecuentemente y, aunque generalmente no cualquier superficie de recogida es apta para la recolección de agua de lluvia, al recolectar este agua se disminuiría la creciente demanda de agua potable en las ciudades, utilizándola para usos secundarios como riego, lavado de calles y mitigación de incendios entre otros, requiriendo para ello un proceso de separación de los contaminantes más visibles como son las grasas y las basuras (Soluciones Hidropluviales 2011). Así, muchos espacios de las ciudades donde estos contaminantes no abundan, a parte de las propias edificaciones, contribuirían a un cambio radical de la forma en la que se consume el agua.

Aunque el papel principal del agua de lluvia en la actualidad se destina a una disminución del consumo de agua potable en usos secundarios, la realidad es que, por medio de un sistema adecuado de potabilización, se podría utilizar para la totalidad del consumo y, mirando la desastrosa perspectiva de futuro esperada, cabe comenzar a pensar que el agua de lluvia podrá ser la base que impulse la mejora de dicha perspectiva.

Por ello, se están desarrollando numerosos objetivos en pro de la utilización del agua de lluvia, en las regiones en las cuales se den los recursos necesarios para ello, combinada con la reutilización de aguas grises para la abastecer la totalidad del consumo de las viviendas. Uno de esos objetivos es el denominado *Net Zero Water* desarrollado para la certificación *Living Building Challenge* desarrollada por el *International Living Building Institute*. (León 2018)

El objetivo *Net Zero Water*, toma las denominaciones relacionadas con la energía para definir un edificación que permita la utilización de aguas alternativas al agua potable de red para el autoabastecimiento del mismo y, en última instancia, para compensar, por la cesión del agua recogida por medio de sistemas alternativos al medio en compensación con el agua consumida de la red. De esta forma, el consumo neto de agua de una edificación es nulo o casi nulo. (Sisolak et al. 2011)

Para conseguir dicho objetivo se plantea un primer modelo edificatorio, basado en la recogida de aguas pluviales en las propias edificaciones, su tratamiento en función del nivel de calidad que se requiera por su uso y su utilización como agua potable. Mientras, por otro lado y con la ayuda de otras dos redes individuales, se abastecerán los sistemas que no requieran el uso de agua potable, gracias al reciclaje de aguas grises debidamente tratadas in situ y, finalmente, se tratarán las aguas negras para su correcta vuelta al medio ambiente. Este sistema necesitará de un adecuado estudio de calidad del agua de lluvia para su correcto tratamiento y para verificar la calidad que posee para su destino. (Energy Efficiency & Renewable Energy office of Washington DC 2018)

Dado que este primer modelo edificatorio no es generalmente posible, debido a las características climatológicas, la viabilidad económica y la falta de espacio entre otros elementos, se plantea un segundo modelo edificatorio, donde existirán también tres redes separativas. La primera de ellas abastecerá la vivienda con agua potable de la red, la segunda reunirá el agua de lluvia y las aguas grises de la vivienda que, tras su correcto tratamiento, se destinará a su utilización en aparatos que no requieren agua potable y, finalmente, la red de aguas negras que se conectará al sistema de saneamiento de la ciudad.

El segundo modelo edificatorio se corresponde más a la realidad de las actividades llevadas a cabo en la actualidad, sin embargo, el planteamiento de la primera opción permitirá un mayor éxito en la consecución de una edificación Net Zero Water y, con ello, una solución más eficiente y duradera en el tiempo para la disminución de la problemática de los recursos hídricos. (Energy Efficiency & Renewable Energy office of Washington DC 2018)

Gracias a este planteamiento de nuevas tipologías edificatorias [Fig.4], el International Living Building Institute, plantea la solución a la problemática de los recursos hídricos; comenzando con la base de la minimización del consumo de agua, promoviendo el aumento las alternativas a la utilización de agua dulce y favoreciendo la disminución de la contaminación de las aguas residuales, ya que las ponen de vuelta al ciclo hidrológico natural con una calidad más que aceptable.

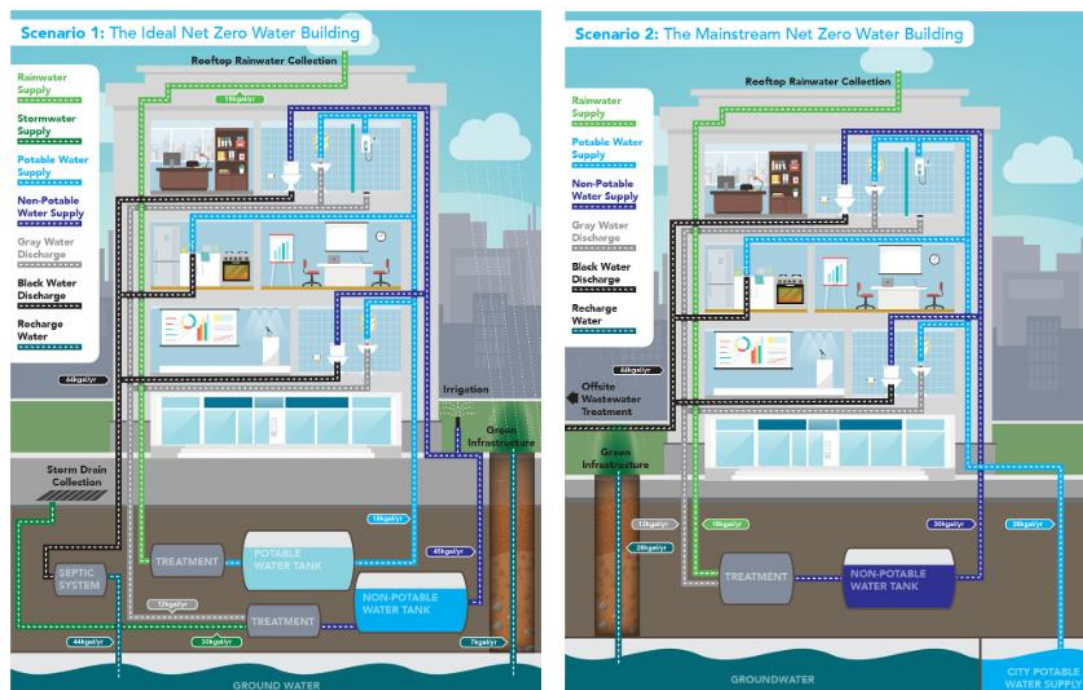


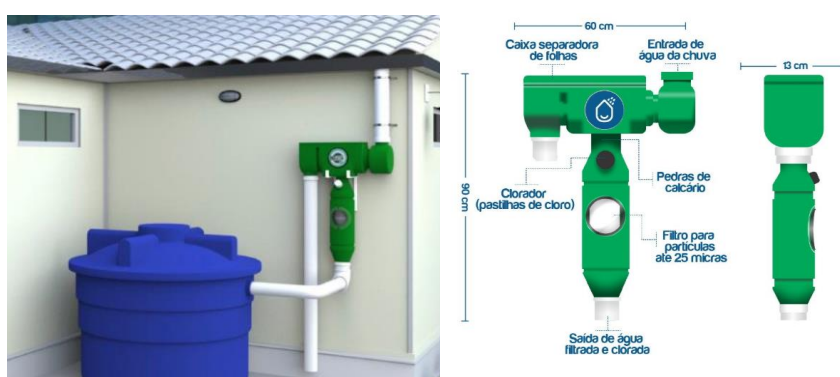
Figura 4. Tipologías edificatorias en base a los objetivos Net Zero Water. Fuente: <https://www.energy.gov/eere/femp/design-elements-net-zero-water-building>



A pesar de todos los esfuerzos, el primer modelo de vivienda, el cual favorecería indudablemente a mantener un sistema hídrico adecuado y a aumentar la equidad entre las distintas regiones del planeta, se asemeja lejano debido a la falta de inversiones y desarrollo de la temática, así como a la complejidad regulatoria que requeriría.

Sin embargo, los esfuerzos de las numerosas organizaciones, para la visibilidad de los problemas medioambientales, favorecen notablemente el incremento de la conciencia sobre la futura falta de recursos que ofrece el planeta a la totalidad de especies y que, poco a poco, continúan disminuyendo debido principalmente a la acción humana.

Gracias a esta concienciación de la sociedad, se está comenzando a invertir tiempo en la innovación de sistemas que permitan el aprovechamiento del agua y el acercamiento al primer modelo edificatorio que plantea el *International Living Building Institute*, como es el caso de *Chovechuva* [Fig.5], realizado por la empresa Nova Hidrología para la potabilización a escala doméstica del agua de lluvia, ya comercializado a nivel internacional pero con poca visualización actualmente. (Nova Hidrología 2019)



**Figura 5.** Invento Chove Chuva para la potabilización de agua de lluvia a escala doméstica. Fuente: <https://ecoinventos.com/sistema-de-captacion-de-agua-de-lluvia-para-usar-como-agua-potable/>

Tanto este invento como, por otro lado, plantas de potabilización de agua de lluvia a una escala doméstica, pero mayor que la anterior, como son las comercializadas por la empresa *Eduardoño* [Fig.6], son sólo dos ejemplos de las nuevas innovaciones desarrolladas frente a la falta de recursos hídricos que está sobrellevando la sociedad actual en numerosos lugares del planeta.



**Figura 6.** Planta potabilizadora de agua de lluvia a escala doméstica. Fuente: <https://www.eduardono.com/ambiental/productos-y-servicios/planta-aprovechamiento-aguas-lluvias>

Como se puede observar, la presente problemática de la falta de recursos hídricos para satisfacer la creciente demanda de agua es un tema candente en la actualidad que ya afecta a numerosas regiones a lo largo del globo, entre las que se encuentra España.

En general, los numerosos estudios realizados hasta la fecha señalan que la zona mediterránea se presenta como una de las más indefensas al cambio climático, hecho en el que coinciden tanto el IPCC como la Unión Europea. En concreto, coinciden también en que en España, el recurso más amenazado por los futuros problemas derivados del cambio climático es el agua, por lo que el problema hídrico afectará al país de una forma importante y, es necesario comenzar a evaluar los diferentes modelos presentes para evitar los impactos más graves. (Congreso de los diputados 2018)

Frente a esta situación, las soluciones pasan por la consecución del objetivo planteado por *Net Zero Water*, no olvidando con ello que, sin una reducción del consumo desmesurado de agua que se está llevando a cabo en las ciudades por casi la totalidad de la población y el que se llevará en un futuro de acuerdo con las cifras planteadas para el 2050, no se conseguirá delimitar el problema para poder llegar a la eficiencia de las soluciones propuestas ni se conseguirá incentivar la equidad en materia de consumo de recursos (Diputación de Barcelona. Área de Medio Ambiente. 2010). Para conseguir esta última parte, se hará necesario igualmente la participación y coordinación de las diferentes autoridades, así como cambios en la gobernanza que conduzcan hacia un uso más sostenible y equitativo de los recursos hídricos urbanos (Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de Naciones Unidas (ONU-DAES) 2010)

Pese a la persecución de un desarrollo sostenible de la edificación, es necesario destacar que, si no se piensa en la totalidad de recursos, entre los cuales se incluye el agua, las ciudades y los edificios no se podrán considerar en ningún momento sostenibles.

Pensar en las necesidades futuras en materia de recursos hídricos es uno de los principales pilares, junto a la energía, que han de tener en mente en todo momento la totalidad de personas de la tierra y, estas necesidades se han de focalizar hacia la persecución del balance hídrico neutro, investigando la totalidad de métodos posibles para conseguirlo. (Belausteguigoitia et al. 2010)

## **2.6. EL PAPEL DE LAS CERTIFICACIONES EN EL DESARROLLO SOSTENIBLE**

Como se puede observar, el cambio hacia una edificación sostenible que demande menos energía y recursos primarios se está llevando a cabo a pasos agigantados, no solo por el cambio en la mentalidad general social, sino también por la presión de la legislación actual.

El sector de la construcción no se puede quedar atrás y por ello se han comenzado a desarrollar sistemas de certificación y sellos de calidad que nos garantizan la buena praxis edificatoria en términos de sostenibilidad, gracias a la evaluación de la sostenibilidad del edificio, lo que supone una combinación de las evaluaciones del comportamiento ambiental, social y económico teniendo en cuenta requisitos técnicos y funcionales de un edificio o sistema expresado a nivel de la edificación (Ramírez 2002).

Planteada la problemática que conlleva el sector constructivo y el consumo energético que suponen las edificaciones a lo largo de su vida útil, tanto la Unión Europea como los gobiernos particulares de cada país instauraron, dada la cada vez más creciente concienciación social de organizaciones ambientales, empresas y sociedad civil en general, una serie de medidas relativas a la eficiencia energética de las edificaciones. (López Fernández y Perero Van Hove 2013)

Entre esas medidas se estableció, en el Artículo 11 de la *Directiva 2010/31/UE, relativa a la eficiencia energética de los edificios* que:

*“Los estados miembros tomarán las medidas necesarias para establecer un sistema de certificación de la eficiencia energética de los edificios. El Certificado de eficiencia energética deberá incluir la eficiencia energética de*

*un edificio y los valores de referencia tales como requisitos mínimos de eficiencia energética con el fin de que los propietarios o arrendatarios del edificio o de la unidad de este puedan comparar y evaluar su eficiencia energética”*

(El parlamento europeo y el consejo de la Unión Europea 2010)

Sin embargo, no fue hasta el 2013 cuando el Estado español reguló las medidas de las que hablaba la UE, por medio del *Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios* donde se establece que todo edificio en venta o en alquiler debe disponer de una certificación de eficiencia energética, en la cual se indican dos de los factores relevantes para el ciudadano actual, el consumo energético de la vivienda y sus emisiones de CO<sub>2</sub>. (López Fernández y Perero Van Hove 2013)

La Certificación energética promovida por el gobierno es un documento que califica un edificio o vivienda en base al consumo energético del mismo a lo largo de su vida útil y el CO<sub>2</sub> que emite para hacerlo, indicando su comportamiento por medio de una letra perteneciente a una escala de certificación energética. Esta letra puede variar de la A a la G en función de si el edificio es más o menos eficiente energéticamente respectivamente en contraposición con una edificación modelo con las mismas características que el edificio certificado y que se supone un ejemplo de sostenibilidad. (León 2018)

En base a esta calificación, generada por medio de un conjunto de herramientas informáticas que comparan ambas edificaciones en función a parámetros técnicos y constructivos (orientación, ventilación, sistema constructivo y pérdidas por la envolvente, etc.) introducidos en dichas herramientas, se emite una etiqueta energética que muestra la escala de eficiencia energética que en la que se encuentra el edificio. (Monterotti 2017)

Este certificado tiene como objetivos la utilización de información transparente en el sector edificatorio y ponerla a la disposición del ciudadano y, con ello, fomentar la reducción del consumo energético y de las emisiones de CO<sub>2</sub>, permitiendo también tomar medidas específicas para su reducción, favoreciendo así el inicio de la transformación del parque edificatorio actual. Sin embargo, todo ello se pretende conseguir por medio de la concienciación y el conocimiento, puesto que aunque la obligatoriedad de tener la etiqueta energética en las edificaciones está requerido por normativa, la certificación energética no deja de ser un análisis de la vivienda, con una mejor o peor puntuación y que sirve de información para las personas que habitan o habitarán en ella. (CONSEJERÍA DE EMPLEO 2018)

Pese a que la certificación energética española se define en base a la consecución de las obligaciones del documento DB-HE en base al ahorro energético del Código Técnico de la Edificación y parece cumplir con ello las exigencias relativas a la Directiva exigida por la Unión Europea, las preocupaciones actuales de la UE y de la sociedad en general han evolucionado hacia un objetivo más riguroso, la consecución de edificaciones autosuficientes de consumo energético nulo y de emisiones neutras en carbono o al menos de consumo casi nulo. Lo cierto es que siguiendo tan sólo las pautas establecidas por el actual Código Técnico de la Edificación no se puede llegar a conseguir dichos objetivos y, la actual Certificación Energética, aunque es una buena herramienta para dar a conocer a situación actual del parque edificatorio español, no implica un cambio específico ni unas exigencias elevadas en lo relativo a las propias edificaciones más allá de la mera evaluación, la cual deja en mano del propietario, sus valores y necesidades la actuación sobre el inmueble. (León 2018)

Sin embargo, existen otra serie de estándares totalmente voluntarios que se corresponden a las prácticas más rigurosas a la hora del diseño y construcción de cualquier tipo de edificación en base a las crecientes exigencias del desarrollo sostenible de los edificios, de tal forma que la posesión de uno de estos tipos de certificaciones demuestra que la construcción certificada se

dirige realmente hacia la consecución de los objetivos planteados para el 2020, 2030 y 2050, en la Estrategia Europa 2020 y el Acuerdo París.

Estos estándares son desarrollados por numerosas empresas y se otorgan, tanto nacional como internacionalmente, a las edificaciones que cumplen una serie de requisitos que evalúan la sostenibilidad. Cada empresa desarrolla una tipología de certificación de sostenibilidad en base a sus prioridades particulares, pero el objetivo final de todas las empresas y estándares es común y consiste en el desarrollo de edificaciones cuyo impacto en el medio ambiente sea el mínimo posible en base a sus características. (León 2018)

Los primeros sistemas de evaluación de la sostenibilidad edificatoria surgen en los años 90 (BREEAM, LEED y GBTOOL), tras comenzar a incrementarse notablemente la preocupación global en relación con el término de sostenibilidad (Monterotti 2017). Estas certificaciones se focalizaron totalmente en el aspecto ambiental de las construcciones, proponiendo como objetivo la reducción de los impactos medioambientales de las edificaciones a lo largo de la vida útil de las mismas. (Carpio et al. 2018)

Además, con el aumento del interés global de la sociedad y los nuevos conocimientos sobre el impacto que presentan el parque edificatorio en particular y las ciudades en general, actualmente se continúa indagando en las posibles opciones y herramientas que favorecerán el desarrollo de una metodología común para evaluar la totalidad de procesos constructivos que influyen en la huella ecológica de los edificios, considerando para ello la totalidad del ciclo de vida del edificio. (Carpio et al. 2018)

Las nuevas metodologías de certificación de la sostenibilidad de los edificios suponen un conjunto de herramientas, tanto nacionales como internacionales, de carácter voluntario y pensadas para guiar las construcciones desde su proceso de diseño en pro de la consecución de una etiqueta, ya reconocida internacionalmente, que permita poner en valor su desarrollo sostenible. El reconocimiento internacional permite que, a lo largo del planeta, se valoren estas herramientas de forma positiva y se las dote de cierta credibilidad, lo que consecuentemente aumenta los valores de la edificación. (Monterotti 2017)

Todas estas características permitieron el impulso de muchas otras certificaciones a lo largo de los años, adecuándolas a las características y normativas particulares de cada país, permitiendo con ello una mayor flexibilidad de adaptación de las mismas y de los valores medioambientales a las condiciones particulares del emplazamiento de las edificaciones. (Monterotti 2017)

Al contrario del proceso de evaluación energética implantado en España, el cual permite la evaluación del parque edificatorio ya construido para permitir el conocimiento de su impacto en el medio ambiente, las nuevas certificaciones permiten dirigir la construcción de las edificaciones desde una fase temprana de diseño de las mismas, en base a una serie de parámetros considerados como un ejemplo de buenas prácticas edificatorias, con presencia de innumerables mejoras respecto a las condiciones exigidas por la legislación actual. Gracias a ello, se permite tomar mejores decisiones enfocadas a la consecución de edificaciones totalmente sostenibles que cumplirán, no sólo con los objetivos actuales planteados por las organizaciones gubernamentales, sino que se mantendrán en el tiempo y cumplirán con la perspectiva de futuro planteada para los años venideros en materia de impactos de la construcción del edificio, su consumo energético e impacto medioambiental a lo largo de la vida útil de la edificación y el impacto de los procesos que se habrán de llevar a cabo al final de la vida útil de la misma. (Carpio et al. 2018)

Esta evaluación del impacto y consumo a lo largo del ciclo de vida de un edificio permite además considerar otros factores importantes, que las actuales herramientas de evaluación no permiten, como son los aspectos de funcionamiento, económicos y de confort y salud de sus habitantes. Además, las certificaciones, que tienen una base plenamente informativa para la toma de conciencia de la situación actual y futura del mismo modo en que lo hacen las evaluaciones

energéticas que son de obligatoriedad en el país, permiten una mayor implicación de los propios usuarios en comparación con las evaluaciones, en primer lugar debido a su sencillez a la hora de exponer el significado de la calificación y, en segundo lugar, debido a que actualmente ya son muchas de ellas las que incluyen en sus requisitos la formación del usuario en el buen uso y ahorro energético de las propias edificaciones. (Carpio et al. 2018)

Las metodologías de estos sistemas de certificación consisten en la exigencia de unos requisitos mínimos para poder optar a la propia certificación, a partir de los cuales y, en función de las mejoras implantadas sobre los mismos en la edificación, se optará a una mayor puntuación, demostrando con ello la mejora de las características del edificio sobre los estándares más exigentes y su reducción del impacto medioambiental, todo ello determinado por medio de puntuaciones y sin llevar a cabo comparativas entre edificaciones puesto que cada edificación posee características únicas. (Carpio et al. 2018)

Para conseguir dicha puntuación se necesita la aprobación de las organizaciones responsables de las certificaciones y, para ello, se evalúan diversos parámetros, denominados indicadores, por medio de una serie de herramientas informáticas que permiten la otorgación de puntos y que, a su vez, requieren de otras herramientas como son las referentes a las simulaciones edificatorias y las propias referentes a los certificados de evaluación que se requieran dependiendo del país en el que se lleve a cabo la construcción. Estos indicadores se diferencian por bloques, que dependerán del tipo de estándar que se elija, pero suelen coincidir dentro de tres grandes grupos, la sostenibilidad ambiental, social y económica del edificio y, con ellos, se puede ir orientando el diseño del edificio en pro de la consecución de un equilibrio entre todos, en función de la viabilidad económica de la construcción. (Monterotti 2017)

En lo referente a las simulaciones energéticas, cabe destacar las diferencias entre éstas y los programas de certificación, ambos diseñados para fines distintos pero ambos necesarios para evaluar las condiciones de las edificaciones. Los programas de certificación energética, utilizados en la evaluación energética de las edificaciones, determinan su consumo energético y sus emisiones de CO<sub>2</sub>, en función de las condiciones constructivas de la vivienda y las características de sus instalaciones. (León 2018)

Por otro lado, los programas de simulación energética permiten la estimación del comportamiento térmico y energético del edificio y de sus instalaciones en base a un modelo del mismo realizado en el ordenador e implantado en un entorno ficticio basado en las mediciones climáticas reales del emplazamiento. Estos programas permiten visualizar, antes de su construcción, los requerimientos que tendrá la edificación sin necesidad de invertir tiempo y dinero en su construcción y mediciones. De entre todos los programas, destacan algunos como Design Builder porque permite realizar simulaciones dinámicas del comportamiento de las edificaciones y, así, se pueden evaluar las necesidades de diseño para mejorar dicho comportamiento. (León 2018)

Aunque los estándares de certificación de la sostenibilidad de los edificios evalúan su comportamiento e impactos a lo largo del ciclo de vida de los mismos, lo cierto es que de forma general se centran más en el impacto del mismo durante su vida útil, fomentando la consecución de los máximos ahorros energéticos y las mínimas emisiones contaminantes. Para ello, se basan en los tres pilares fundamentales de la sostenibilidad: minimizar el consumo por medio de principios bioclimáticos y de buenas prácticas constructivas, la eficiencia energética por medio de aparatos que permitan una mayor reducción del poco consumo que pueda presentar la edificación tras la consecución del primer punto y, finalmente, la consecución de la energía por medio de fuentes renovables. Así, estos estándares se posicionan como el conjunto de buenas prácticas que encaminarán las edificaciones hacia el balance neutro energético y de emisiones. (Carpio et al. 2018)

Pese a todas sus ventajas, los estándares actuales generan aún desconfianza entre el sector constructivo, primeramente debido a que se considera que los aspectos sociales y económicos

pueden, en conjunto, superar las implicaciones energéticas de la certificación, lo que implicaría que una máxima puntuación no supondría una máxima eficiencia. Por otro lado, la desconfianza generada reside también en su carácter internacional, que aunque es una fuente de confianza en algunos sentidos, supondría que la evaluación de las certificaciones no se adapta a las condiciones específicas de la ubicación del edificio. En tercer lugar la antigua falta de adaptación a las muy numerosas tipologías edificatorias específicas suponían un punto a favor de la desconfianza. (Monterotti 2017)

Sin embargo, los dos últimos puntos antemencionados hacen acopio de una falta de información general relativa a la certificaciones, en primer lugar, porque aunque el carácter internacional de las certificaciones supone un punto fuerte en las mismas a la hora de unificar una metodología común para la evaluación del impacto de los edificios, actualmente muchas de las certificaciones se adaptan de manera notable a la legislación y características de cada país en el que actúan, implicándose en mayor medida con las condiciones geográficas específicas de la zona y ayudándose de las herramientas de evaluación presentes en dicho país, lo que sólo indica la necesidad de una adecuada elección de la certificación en caso de querer evaluar la sostenibilidad de una construcción. En segundo lugar, la evolución de los estándares de sostenibilidad se enfocan cada vez más en abarcar todas las tipologías edificatorias, adaptándose a cada una de ellas con una herramienta de evaluación particular y, poco a poco, se están desarrollando más herramientas, incluso hacia la evaluación de edificaciones construidas, barrios y urbanismo. (BREEAM ES 2019; BRE Global Ltd. 2019; Carpio et al. 2018)

A pesar de todo ello, es cierto que la diversidad de indicadores, puede incidir en la pérdida de los objetivos futuros de balance neutro energético y cero emisiones, que es uno de los factores por los cuales se decidió su evaluación en este documento, sentando precedentes para un mayor apoyo y visibilización de dichas certificaciones.

Por otro lado, pese a la multitud de factores y características beneficiosas de los estándares de certificación voluntarios, su principal contribución al desarrollo sostenible de la construcción es la visualización de los puntos débiles que implica el diseño, construcción y demolición de una edificación, permitiendo modificar cualquiera de esos puntos para lograr un adecuado comportamiento del edificio con el medio ambiente (Monterotti 2017).

Sin embargo, la sostenibilidad no es cuestión de una modificación de la forma futura de construcción, sino de mirar hacia atrás y comenzar a replantearse la idea de que el parque edificatorio ya construido, ahora mismo es uno de los focos de contaminación más potentes en las ciudades. Por ello, la solución última no pasa por la limitación a la evaluación obligatoria o las certificaciones hoy en día opcionales, sino por aunar ambos elementos, a pesar de sus diferentes ventajas y desventajas, en pro del reconocimiento de los fallos de los edificios ya construidos y el seguimiento de las más exigentes prácticas de construcción para conseguir mitigar su impacto hasta la consecución de ciudades neutras en carbono y energía.

Como se puede observar, las nuevas certificaciones ofrecen una guía de mejora de la sostenibilidad que mira en pro de un futuro a largo plazo. La variedad de opciones, con sus distintos enfoques ofrece la posibilidad de afrontar ese desarrollo con distintas soluciones que, a la larga supondrá un mayor beneficio frente a las diferencias económicas sociales y a las diferencias geográficas, puesto que todas las certificaciones contribuyen de alguna forma a la consecución de un medio ambiente adecuado para las generaciones futuras. (Del Toro & Antúñez arquitectos 2012) En definitiva, tanto las evaluaciones energéticas como las certificaciones de sostenibilidad, a pesar de sus diferencias se posicionan en la actualidad como uno de los recursos más eficaces para la consecución de los futuros objetivos planteados por los líderes mundiales, las asociaciones a favor de la sostenibilidad y la sociedad civil actual en general. (Monterotti 2017)

## 2.7. LA SITUACIÓN DE LAS EDIFICACIONES RESIDENCIALES EN ESPAÑA

Según el informe *BP Statistical Review of World Energy* publicado en Junio de 2019, el consumo de energía primaria mundial está en constante crecimiento, llegando a suponer en 2018 un aumento progresivo del 3% con respecto a los datos del 2008. Además, los datos ofrecidos por el estudio, muestran que Europa se encuentra en tercer lugar en cuanto al consumo mundial energético con 2050,7 millones de toneladas de petróleo equivalentes, precedido en primer lugar por los países de la zona de Asia-Pacífico, con un consumo de 5985,8 millones de toneladas de petróleo equivalentes, seguidos a su vez en segundo lugar por América del Norte con 2832,0 millones de toneladas. (BP 2019)

Por otro lado, dentro de la UE, el mayor consumidor es Alemania mientras que España se encuentra en sexta posición, con un aumento de casi el 2% con respecto a 2008, tal y como se puede ver en la tabla a continuación [Fig.7]. (BP 2019)

Million tonnes oil equivalent											Growth rate per annum		Share 2018
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2007-17	2018
Austria	35.4	34.3	35.6	33.3	35.0	34.7	33.3	33.4	34.6	35.5	<b>35.0</b>	-1.5%	0.2%
Belgium	67.7	63.4	67.5	63.0	60.7	62.2	58.2	59.1	63.9	64.1	<b>62.2</b>	-3.0%	-0.4%
Czech Republic	43.9	42.2	44.0	43.0	42.8	42.1	41.2	40.5	39.9	41.8	<b>42.1</b>	0.9%	-0.7%
Finland	31.4	29.3	31.9	28.7	28.8	29.1	28.1	28.0	28.8	28.1	<b>29.3</b>	4.2%	-1.5%
France	261.9	248.0	258.0	248.9	247.3	250.1	240.4	241.9	238.4	237.5	<b>242.6</b>	2.2%	-0.9%
Germany	335.5	315.1	327.9	316.1	320.5	329.8	316.4	322.5	328.1	333.9	<b>323.9</b>	-3.0%	0.1%
Greece	35.3	34.2	32.5	31.7	30.0	28.5	26.8	27.0	26.6	28.0	<b>28.3</b>	1.0%	-2.6%
Hungary	25.3	23.2	23.8	23.6	21.9	20.9	21.0	22.0	22.4	23.5	<b>23.7</b>	0.8%	-0.9%
Italy	181.0	169.2	174.4	170.5	165.8	158.2	149.7	153.1	154.7	156.3	<b>154.5</b>	-1.1%	-1.6%
Netherlands	93.8	92.4	97.8	93.7	90.6	87.9	83.1	84.1	85.7	84.5	<b>84.8</b>	0.3%	-1.2%
Norway	46.4	43.1	41.6	42.4	47.3	44.3	45.7	46.5	47.2	47.6	<b>47.4</b>	-0.5%	0.5%
Poland	97.4	93.9	100.0	100.5	97.5	97.8	94.2	95.2	99.4	103.4	<b>105.2</b>	1.7%	0.8%
Portugal	24.4	24.5	25.8	24.7	22.6	24.7	24.9	24.8	26.2	25.8	<b>26.0</b>	0.8%	0.2%
Romania	38.6	33.8	34.0	34.9	33.6	31.4	32.7	32.8	32.8	33.4	<b>33.4</b>	0.1%	-1.4%
Spain	154.5	143.4	146.5	143.9	143.2	135.9	133.5	135.4	136.9	138.8	<b>141.4</b>	1.8%	-1.3%
Sweden	53.0	48.7	51.8	51.4	54.7	51.5	51.5	53.3	52.6	54.4	<b>53.6</b>	-1.4%	0.1%
Switzerland	29.9	29.9	29.2	27.8	29.4	30.3	29.0	28.4	26.8	26.9	<b>27.8</b>	3.5%	-0.7%
Turkey	100.8	102.2	107.6	115.1	122.3	121.5	125.4	137.2	144.6	152.7	<b>153.5</b>	0.5%	4.3%
Ukraine	133.5	113.4	121.5	126.3	123.1	117.3	103.2	85.7	89.8	83.4	<b>84.0</b>	0.8%	-4.7%
United Kingdom	220.0	209.4	214.6	202.2	204.8	204.1	192.5	195.1	193.5	193.2	<b>192.3</b>	-0.5%	-1.4%
Other Europe	163.5	154.9	160.6	156.9	150.3	152.3	147.4	150.8	154.7	157.3	<b>159.8</b>	1.8%	-0.3%
<b>Total Europe</b>	<b>2173.3</b>	<b>2048.4</b>	<b>2124.6</b>	<b>2077.7</b>	<b>2072.3</b>	<b>2054.7</b>	<b>1978.3</b>	<b>1996.8</b>	<b>2027.5</b>	<b>2050.0</b>	<b>2050.7</b>	<b>*</b>	<b>-0.6%</b>

Figura 7. Consumo de energía de los países de la Unión Europea entre 2008 y 2018. Fuente:

<https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2019-full-report.pdf>

En general, el informe indica que el consumo energético mundial se incrementó en un 2,9%, siendo una de las subidas más fuertes en el periodo de 10 años medido, por ello, la demanda de fuentes energéticas experimentó igualmente una gran subida [Fig. 8], particularmente fuerte en el caso del gas y las energías renovables. (BP 2019)

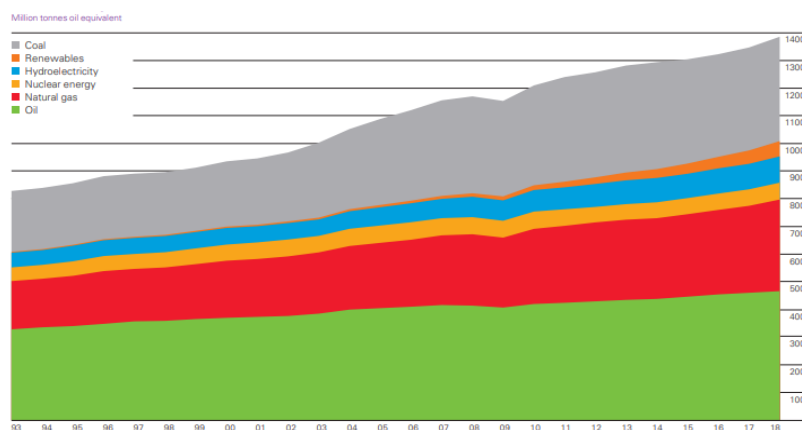
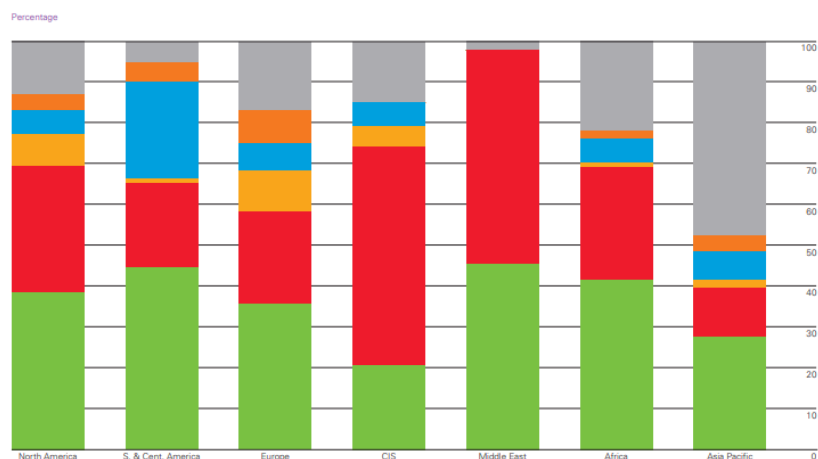


Figura 8. Consumo mundial de distintas fuentes de energía desde 1993 hasta 2018. Fuente:

<https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2019-full-report.pdf>

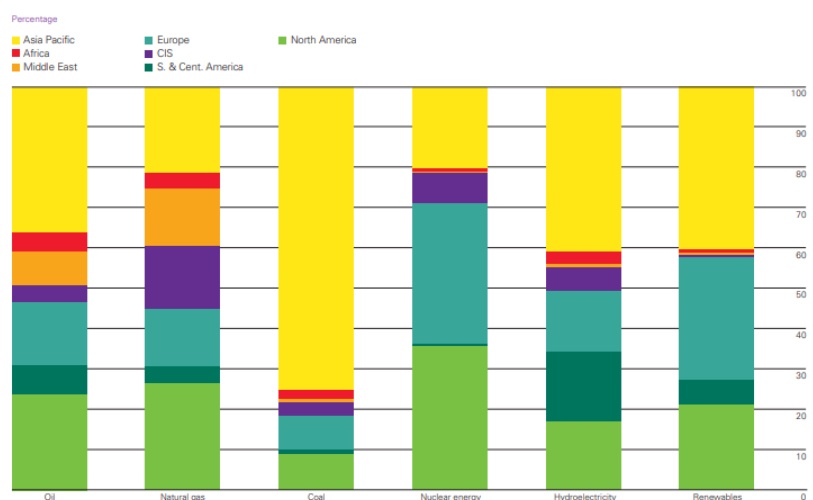
Del conjunto de zonas mundiales, la Unión Europea presenta el mayor porcentaje de utilización de energías renovables tal y como se visualiza en el gráfico inferior [Fig.9], sin embargo, el porcentaje de energía renovable parece ser ínfimo en comparación con el consumo de energías no renovables. Esta tendencia se mantiene en la totalidad de países del mundo. (BP 2019)



**Figura 9.** Consumo de las distintas regiones mundiales en función de las fuentes de energía en 2018.

Fuente: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2019-full-report.pdf>

Aunque el porcentaje, mundial en general y europeo en particular, de utilización de recursos procedentes de energías renovables es muy pequeño, lo cierto es que Europa va por delante con respecto al resto de países en cuanto a la consecución de los objetivos perseguidos para el desarrollo sostenible. Esto se puede ver en el gráfico mostrado a continuación [Fig.10] donde, aunque el porcentaje de utilización de energías renovables europeo se asemeja en cifras al utilizado por las regiones de Asia-Pacífico, lo cierto es que si nos fijamos en la totalidad de recursos, en Europa las energías renovables parecen suponer el segundo mayor porcentaje energético de la totalidad de su consumo, precedido únicamente por la energía nuclear. Sin embargo, sigue siendo un porcentaje ínfimo en contraposición con la suma total de energías no renovables. (BP 2019)



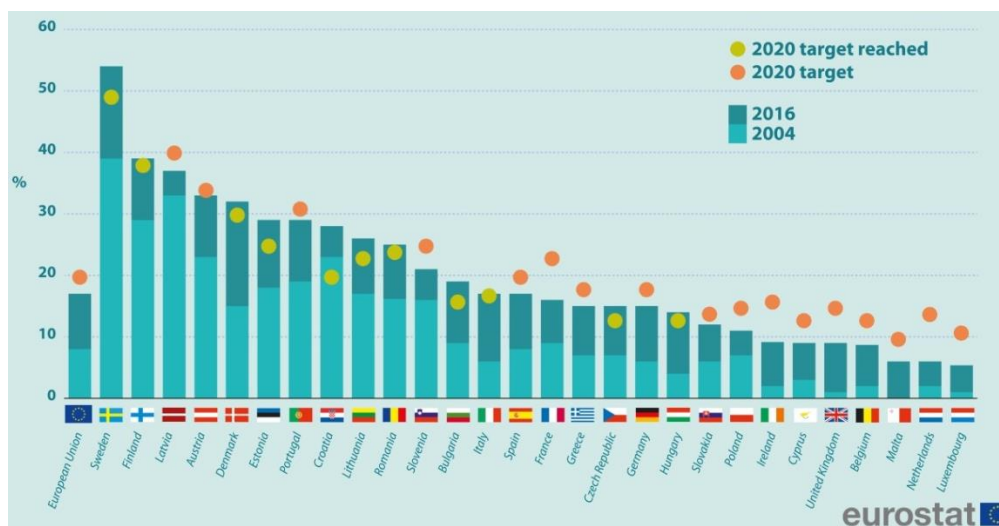
**Figura 10.** Consumo de distintas fuentes de energía por regiones en 2018. Fuente:

<https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2019-full-report.pdf>

En cuanto a los datos específicos europeos, según las estadísticas presentadas por Eurostat, ya en el 2016 la Unión Europea había aumentado notablemente la utilización de fuentes de energía renovable para el consumo energético, duplicando las cifras en comparación con la anterior medición dispuesta en 2014. (Eurostat (UE Statistical Office) 2019)



Según los datos, la Unión Europea en su conjunto iba en dirección a la consecución de los objetivos 2020, enmarcados en la Estrategia Europa 2020, sin embargo, no todos los países miembros, entre los cuales se encontraba España, cumplían por aquel entonces los valores fijados en cuanto a fuentes de consumo renovables, aunque la mejora con respecto al 2014 era notable [Fig. 11]. (Eurostat (UE Statistical Office) 2019)



**Figura 11.** Porcentaje de energía procedente de fuentes renovables en el consumo final bruto de energía de los países de la Unión Europea. Fuente: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Figure\\_1-Share\\_of\\_energy\\_from\\_renewable\\_sources\\_2004-2016.png](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Figure_1-Share_of_energy_from_renewable_sources_2004-2016.png)

Como se puede ver, el incremento de las fuentes de energía renovable, así como la reducción de las emisiones de carbono hasta el 2016 en un 22% (Comisión Europea 2019), permitieron hacerse una idea de los esfuerzos empleados por la Unión Europea en pro de un desarrollo sostenible, donde 11 estados miembros se situaban cumpliendo e incluso por encima los valores pactados en términos de la Directiva de sobre Energías renovables. (Eurostat (UE Statistical Office) 2019)

De entre todas las energías renovables, las más utilizadas en la UE fueron la biomasa con casi un 50% de inclusión, la hidroeléctrica con un 14,3%, la eólica con un 12,4% y finalmente, en última posición, la solar y la geotérmica con un 6,3% y un 3,2% respectivamente. (Eurostat (UE Statistical Office) 2019)

Pese a todo ello, no existe una tendencia igualitaria en todos los sectores, quedando descompensado el sector transporte con un porcentaje de emisiones superior al resto y, dentro del sector de la construcción, la introducción de las energías renovables se ha incrementado notablemente en términos eléctricos (+30,8%) mientras que en términos de calefacción (+19,5%) ha aumentado en menor medida y en refrigeración (+7,6%) apenas se ha introducido. (Comisión Europea 2019)

En cuanto a la electricidad generada para el consumo bruto de electricidad, se suplió en mayor medida con energía hidroeléctrica y energía eólica, partiendo también de un incremento global de energía solar. Sin embargo, entre los distintos Estados miembros de la Unión Europea, existen notables diferencias que implican un menor esfuerzo e inversión de recursos en la consecución de objetivos. En el caso de España, las estadísticas mostraron que desde el 2004 al 2016 se incrementó el porcentaje desde un 8,4% al 17,3%, planteando en su trayectoria hasta el 2020 un aumento de hasta el 20%. (Eurostat (UE Statistical Office) 2019)

En cuanto al consumo en calefacción y refrigeración, queda un poco por detrás de las cifras obtenidas en el balance eléctrico. En el caso de España, el porcentaje de energías renovables utilizados para estos usos fue de 9,5% en 2004, aumentando hasta el 16,8% en 2016. (Eurostat (UE Statistical Office) 2019)

En España, el Censo de Población y Vivienda se realiza cada 10 años y la actualización del *Proyecto SECH-SPAHOUSE* con información estadística del consumo energético de la edificación no se ha llevado a cabo, por ello, los últimos datos disponibles relativos al parque edificatorio y el consumo energético del sector residencial corresponden al año 2016, con los cuales se hará el análisis teniendo en cuenta que se ha de pensar en las posibles variaciones hasta día de hoy. (Comisión Europea 2019)

Las cifras mostradas por el informe *Tendencias y Políticas de Eficiencia Energética en España*, realizado por el IDAE en 2018, indicaban que la diversificación energética en España, con la inclusión de las energías renovables, va en aumento, acompañada también por el aumento progresivo de la demanda energética. (Departamento de Planificación y estudios del IDAE 2018)

La demanda energética española sufrió una caída importante en 2007 debido principalmente a la crisis económica que atacó el país, sin embargo, en 2015 comenzó a repuntar de nuevo con el ascenso del 4%, seguido del aumento del 0,4% de 2016, lo que implica el comienzo paulatino de la subida de la demanda energética hasta la actualidad. Los sectores con más consumo energético en España se correspondían ya en 2016 con el sector transporte en primera posición, seguido de la industria y el sector de la edificación. (Departamento de Planificación y estudios del IDAE 2018)

Pese a ese aumento de la demanda, España ha intentado, con el paso del tiempo, aumentar la eficiencia energética en todos sus sectores para ponerse a la altura de las expectativas europeas, mejorando, en el periodo comprendido entre el 2000 y 2016, un porcentaje medio anual del 1,44%; correspondiente en su mayoría a la segunda parte del periodo debido a las nuevas normativas implementadas por el gobierno y destinadas principalmente al sector transporte y edificatorio, el último de los cuales ya había comenzado a repuntar su actividad en 2016 tras la caída correspondiente a 2005 por actuación de la crisis económica [Fig.12]. (Departamento de Planificación y estudios del IDAE 2018)

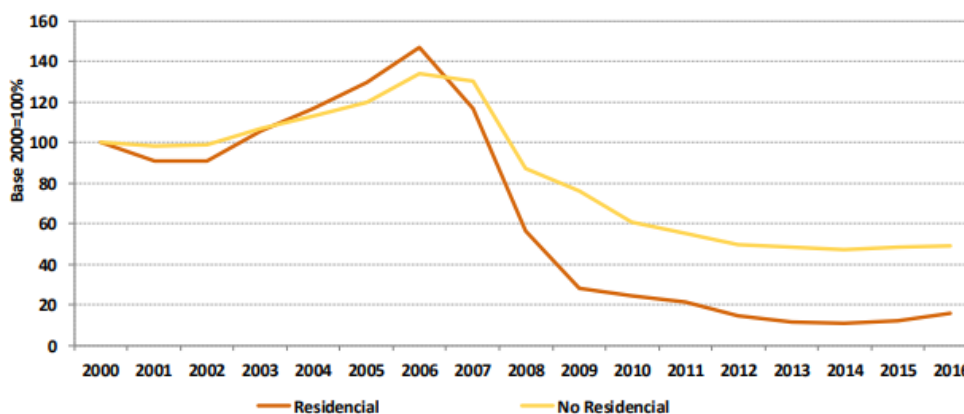


Figura 12. Tendencias en la construcción española en edificios de obra nueva en el periodo 2000-2016.  
Fuente: <https://www.odyssee-mure.eu/publications/national-reports/espana-eficiencia-energetica.pdf>

Con el incremento, en el 2015 de la demanda y de la actividad constructiva, se comenzó a aumentar también la utilización de energías renovables y se mejoró muy notablemente la eficiencia energética, tal y como muestra el gráfico correspondiente al índice ODEX [Fig.13], que es un indicador que “combina las tendencias de los índices para cada sub sector o uso final,

calculando dichos índices en base a consumos unitarios referidos a variables de actividad expresadas en unidades físicas en lugar de monetarias". (Departamento de Planificación y estudios del IDAE 2018)

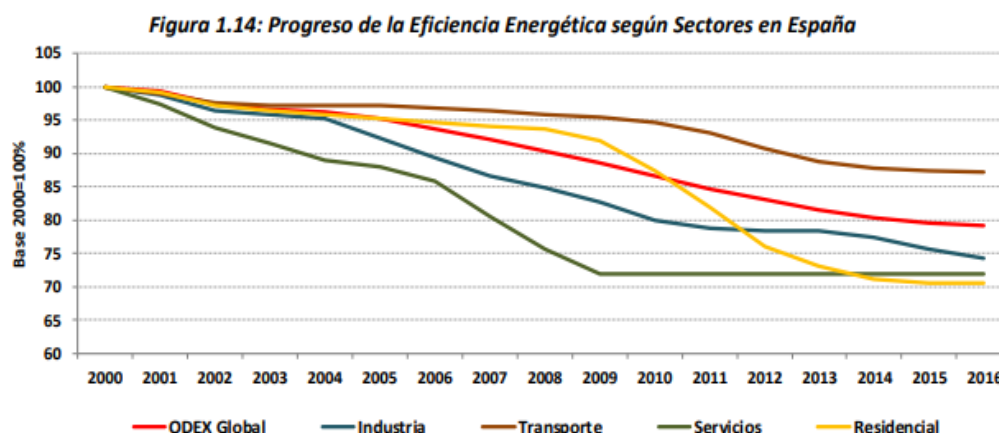


Figura 13. Progreso de la eficiencia energética según sectores en España en el periodo 2000-2016. Fuente: <https://www.odyssee-mure.eu/publications/national-reports/espana-eficiencia-energetica.pdf>

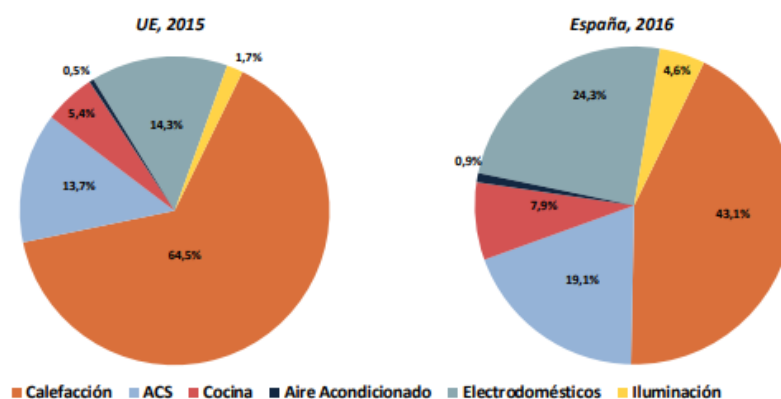
En 2016 la demanda de los edificios suponía aproximadamente el 31% de la demanda energética total, para un parque edificatorio donde los edificios de vivienda representaban el 62% del total y, dentro de éstos, las viviendas individuales representaban el 33% (Departamento de Planificación y estudios del IDAE 2018). Ese porcentaje de demanda, se repartía en 2016 con un 18,5% derivado del sector residencial y un 12,5% derivado del comercio, administración pública y servicios. (Comisión Europea 2019)

El sector residencial en España es un punto clave en el desarrollo de las políticas que implican la consecución de los objetivos planteados por la Unión Europea, dado que es uno de los principales sectores donde la importancia en el consumo de las fuentes energéticas es elevada y su facilidad de implantación también lo es. (Comisión Europea 2019)

En los últimos datos disponibles fechados en 2016, el sector de la edificación era responsable del consumo del 84% de Gas Licuado de Petróleo, del 61% de electricidad, del 42% de combustibles gaseosos y, en cuanto a las energías renovables, era responsable del consumo del 98% de la energía solar térmica y del 65% de la energía procedente de biomasa. (Comisión Europea 2019)

Como se puede observar, el sector residencial presenta un elevado grado de implantación de energías renovables y consume casi la totalidad de la energía producida por estos sistemas en el país, sin embargo, también es responsable de un elevado consumo de otras fuentes de energía no renovables. (Comisión Europea 2019)

Entre esa demanda energética, destacaba el porcentaje destinado a calefacción de los hogares muy por debajo de la media europea, seguido del agua caliente y los electrodomésticos que se sitúan por encima de la media europea [Fig.14]. (Departamento de Planificación y estudios del IDAE 2018)



**Figura 14.** Consumo energético del sector residencial español en 2016 y del europeo en 2015 según usos.  
Fuente: <https://www.odyssee-mure.eu/publications/national-reports/espana-eficiencia-energetica.pdf>

Pese a la falta de datos recientes, la actualización de las últimas estadísticas recogidas por el IDAE en Julio de 2019 para el sector residencial indican una ligera mejora en el tiempo estudiado, periodo comprendido entre 2010 y 2017, tal y como se ve en la tabla a continuación [Fig.15]. (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) 2019)

CONSUMOS DE ENERGÍA FINAL POR USOS DEL SECTOR RESIDENCIAL (ktep) <sup>(1)</sup> . Evolución 2010-2017								
Datos cerrados a diciembre de 2018								
Fuente energética	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Electricidad	6.508,4	6.545,2	6.457,6	6.111,2	6.081,1	6.025,9	5.989,7	6.020,8
Calor	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gas	4.257,0	3.411,4	3.508,8	3.192,9	3.093,7	3.021,2	3.472,0	3.737,1
Combustibles sólidos	172,9	121,9	109,5	94,8	91,8	88,6	79,0	79,3
Productos petrolíferos	3.257,2	2.809,4	2.651,4	2.697,9	2.673,6	2.985,4	2.739,2	2.624,3
GLP	1.386,3	1.228,1	1.198,4	1.140,2	1.065,5	1.044,7	1.079,8	1.002,9
Otros querosenos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gasóleo	1.870,9	1.581,3	1.453,0	1.557,7	1.608,0	1.940,7	1.659,4	1.621,4
Energías renovables	2.589,2	2.619,4	2.672,6	2.694,8	2.723,8	2.717,5	2.746,5	2.766,0
Solar térmica	143,6	164,4	178,3	190,5	203,3	217,6	233,5	248,6
Biomasa	2.436,6	2.445,3	2.484,1	2.493,9	2.509,8	2.489,3	2.502,4	2.506,7
Geotermia	9,0	9,6	10,2	10,5	10,7	10,7	10,7	10,7
<b>TOTAL</b>	<b>16.784,7</b>	<b>15.507,4</b>	<b>15.400,0</b>	<b>14.791,6</b>	<b>14.664,0</b>	<b>14.838,6</b>	<b>15.026,5</b>	<b>15.227,5</b>

**Figura 15.** Consumo energético del sector residencial español en el periodo 2010-2017 en función de las distintas fuentes energéticas. Fuente: <https://www.idae.es/estudios-informes-y-estadisticas>

En ella, se muestra que el sector residencial Español presentaba en 2010 un consumo anual mayor que el actual pero, a partir del 2015 el consumo tiende al alza progresiva anual, lo que implica que a medida que pase el tiempo y la economía española mejore, los consumos tenderán a elevarse. Pese a todo ello, los datos se muestran favorables en cuanto a uso de energías renovables.

En 2010 las energías renovables suponían un 15,4% del total consumido, superado por el 19,5% de los productos petrolíferos y el 25,3% de gas, siendo más elevado que el consumo de combustibles sólidos que suponía un escaso 1%. Por otro lado, la electricidad implicaba el mayor consumo energético de la vivienda, con un 38,8%. (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) 2019)

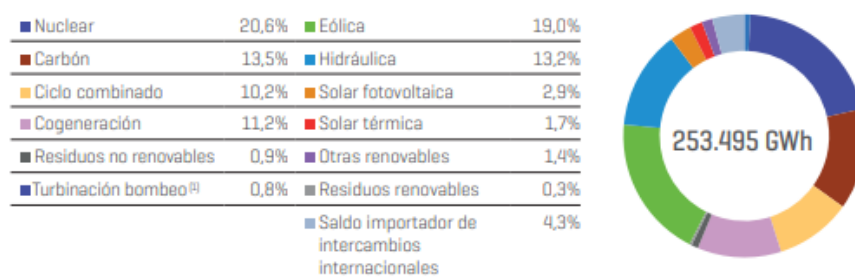
La tendencia en 2017 supuso que las energías renovables aumentaron hasta el 18% (+2,6%), mientras que los productos petrolíferos disminuían hasta el 17,5% (-2%), el gas disminuía hasta el 24,5% (-0,8%) y los combustibles sólidos disminuían un 0,5%. En contraposición, la

electricidad aumentaba hasta el 39,5% con un incremento del 0,7%. (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) 2019)

Como se puede observar, la tendencia implica un incremento progresivo en el uso de energías renovables, tal y como observaban ya las estadísticas antemencionadas, sin embargo, el punto negativo implica que, aunque haya habido un descenso en los demás tipos de combustibles, ese descenso es muy pequeño en comparación con las necesidades ambientales actuales, suponiendo la máxima disminución tan sólo de un 2%. Además, las energías renovables se siguen situando por detrás del gas y muy cercanas, casi similares, al uso de combustibles petrolíferos.

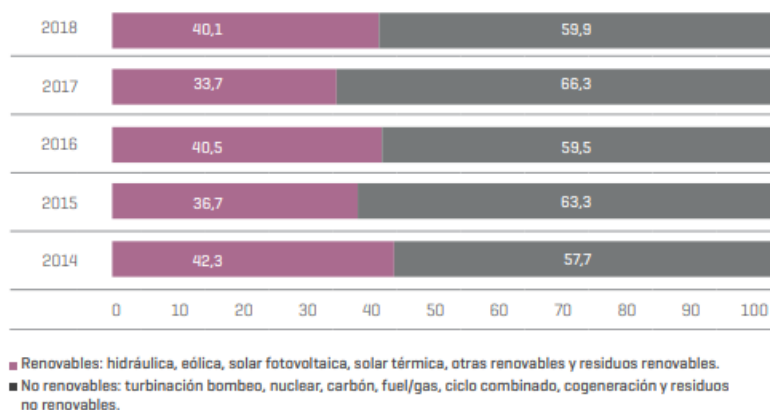
Por otro lado, el consumo energético derivado de la electricidad va en constante aumento y supone casi el 40% del porcentaje del consumo de la vivienda, por lo que cabe preguntarse las fuentes de esa energía que se utilizan en la consecución de la misma.

En base al último informe disponible datado del año 2018 y realizado por la Red Eléctrica de España, se puede observar que en la actualidad el uso de energías renovables es una realidad para la industria energética, ya que en 2018 se hizo uso de energías como la eólica, hidráulica, solar fotovoltaica y térmica y otro tipo de renovables [Fig.16]. (Red Eléctrica de España 2018)



**Figura 16.** Producción eléctrica en España 2018 en función de las fuentes energéticas empleadas. Fuente: [https://www.ree.es/sites/default/files/11\\_PUBLICACIONES/Documentos/InformesSistemaElectrico/2019/Avance\\_ISE\\_2018.pdf](https://www.ree.es/sites/default/files/11_PUBLICACIONES/Documentos/InformesSistemaElectrico/2019/Avance_ISE_2018.pdf)

Pese a la utilización de diversas fuentes renovables, los datos mostrados por el informe no son muy favorecedores en cuanto al porcentaje empleado de estas fuentes energéticas a lo largo de los años [Fig.17]. Así pues, en 2014 se alcanzó la producción máxima de estas fuentes con un 42,3%, cifra a la cual no se volvió a llegar, siendo la más cercana en 2018 con un 40,1%. (Red Eléctrica de España 2018)



**Figura 17.** Producción eléctrica en España dependiente de fuentes energéticas empleadas (2014/18). Fuente: [https://www.ree.es/sites/default/files/11\\_PUBLICACIONES/Documentos/InformesSistemaElectrico/2019/Avance\\_ISE\\_2018.pdf](https://www.ree.es/sites/default/files/11_PUBLICACIONES/Documentos/InformesSistemaElectrico/2019/Avance_ISE_2018.pdf)

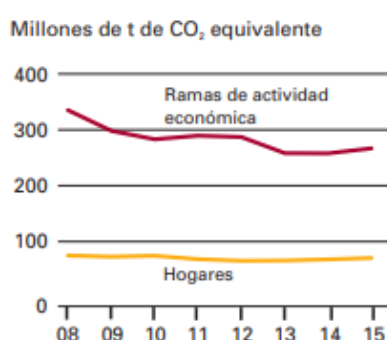
Como se puede ver, a pesar de que en 2017 y según las estadísticas del IDAE, se incrementó el uso de energías renovables en otros aspectos, en lo relativo a la energía eléctrica no sólo se incrementó la demanda sino que dicha demanda estuvo suplida en su mayoría por fuentes energéticas no renovables, siendo el 2017 el año con el porcentaje más bajo de los registrados en la imagen anterior.

Además, en la actualidad, la página web de la Red Eléctrica de España muestra las cifras más actuales disponibles en base al balance energético generado para la Península Ibérica, con fecha del 8 de Agosto de 2019 [Fig.18]. En las cifras mostradas se puede observar que en el tiempo transcurrido del presente año, tan sólo se ha generado el 31,02% de energía por medio de sistemas renovables mientras que el 68,98% ha sido por sistemas no renovables, con lo que no se puede presumir que las cifras relativas a 2018 sigan una tendencia a la alta. (Red Eléctrica de España 2019)



**Figura 18.** Producción eléctrica en España en función de las fuentes energéticas empleadas 2019. Fuente: <https://www.ree.es/es/datos/balance>

En lo relativo a las emisiones contaminantes, según los últimos datos recogidos por la *Cuenta de Emisiones a la Atmósfera* en 2015 [Fig.19], se indicaba que España emitió 338,6 millones de toneladas de gases de efecto invernadero a la atmósfera, procediendo en su mayoría de los sectores de actividad económica y alrededor del 22% emitidos por los hogares, manteniéndose estables desde 2008. (Administración General del Estado 2018)



**Figura 19.** Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en España (2008-2015). Fuente: [https://www.ine.es/prodyser/espa\\_cifras/2018/files/assets/common/downloads/publication.pdf?uni=4f7e7b429c56ccbc4bf56b3e93ebc47b](https://www.ine.es/prodyser/espa_cifras/2018/files/assets/common/downloads/publication.pdf?uni=4f7e7b429c56ccbc4bf56b3e93ebc47b)

Como se puede observar, las emisiones de los hogares aún se alejan de los objetivos fijados para el 2050 con el Acuerdo de París y, aunque la eficiencia energética de las nuevas edificaciones esté mejorando gracias a las recientes normativas en pro del desarrollo sostenible, existe una problemática creciente con el parque edificatorio actual.

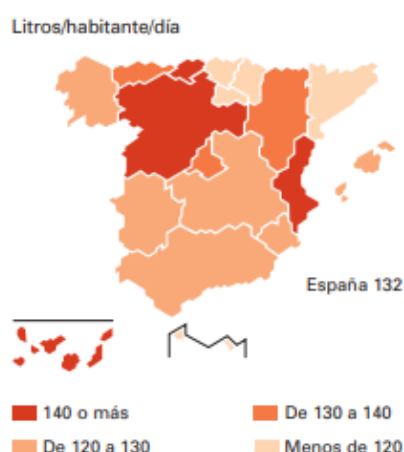


Los datos ofrecidos por el *Cuarto Informe sobre el estado de la Unión de la Energía* indican que en el ámbito de la rehabilitación en España, se ha estado incrementando el número de visados en base a las últimas cifras datadas del 2015 y 2016 en comparación con los años anteriores. Sin embargo, aunque indica que el crecimiento experimentado es positivo, aún sigue estando lejos de las expectativas europeas, por lo que el informe también llama a un aumento en los esfuerzos destinados a lograr un mayor acortamiento de las cifras que aún separan a España de la media europea, ya que ésta indica que en 2014 se renovaban alrededor del 0,8% de edificaciones y el 16,7% de la población habitaba en viviendas deterioradas frente a un porcentaje alrededor del 1,5% en cuanto a renovaciones y un 15,7% de viviendas deterioradas como medias europeas. (Comisión Europea 2019)

Además, los últimos datos del censo de 2011 indicaban que el 7% de viviendas españolas estaban en estado ruinoso, aunque esto es debido a que alrededor del 60% de viviendas es anterior al código técnico actual, con lo que tienen unos estándares de eficiencia energética prácticamente nulos. (Comisión Europea 2019)

La comisión europea indica también que, a pesar de que el 33% de españoles no está satisfecho con las características de confort de su vivienda, la preocupación por la comodidad del hogar está por detrás de otros problemas como la acústica y los robos (Comisión Europea 2019), lo que indica que la concienciación social en base al gasto energético no es aún muy elevada entre la sociedad española, a pesar de los problemas económicos de numerosa parte de la población.

Para concluir la situación del sector residencial en España, cabe destacar que a todos los datos antemencionados, se les suma el desmesurado consumo de agua que requieren los hogares en España. Frente a los 100l/habitante día máximos recomendados por la OMS (Diputación de Barcelona 2010), la media española difiere notablemente de esta cifra, alcanzando alrededor de los 130 l/habitante día. Sin embargo, esta cifra depende indudablemente de la provincia estudiada, aunque lo cierto es que, en base a los datos recogidos en 2014 por el informe *España en cifras 2018* [Fig.20], apenas eran tres las provincias que disminuían sus cifras de 120 l/habitante día mientras que en otras provincias como Castilla y León, Cantabria y la Comunidad Valenciana los consumos superaban los 140 l/habitante día. (Administración General del Estado 2018)



**Figura 20.** Consumo de agua en los hogares españoles por provincias (2014). Fuente: [https://www.ine.es/prodyser/espa\\_cifras/2018/files/assets/common/downloads/publication.pdf?uni=4f7e7b429c56ccbc4bf56b3e93ebc47b](https://www.ine.es/prodyser/espa_cifras/2018/files/assets/common/downloads/publication.pdf?uni=4f7e7b429c56ccbc4bf56b3e93ebc47b)

## **2.8. ANÁLISIS**

La problemática medioambiental es, cada vez más, una prioridad del conjunto de países mundiales y, sobre todo, europeos. Dicha problemática abarca muchos ámbitos, todos ellos igualmente importantes a la hora de medir sus impactos medioambientales, sin embargo, dada la finalidad de este documento, se pusieron en valor tan solo los relativos al sector de la edificación, analizando la situación mundial actual en dicho tema.

Como se puede ver en el primer epígrafe de este capítulo, los mandatarios y asociaciones mundiales están haciendo hincapié en las necesidades de reducción de los consumos energéticos y de las emisiones de las edificaciones entre otros asuntos, para ello, se celebran reuniones periódicas donde se barajan las cifras actuales del impacto del sector para, posteriormente llegar a acuerdos comunes y objetivos que han de respetar la totalidad de países implicados en los mismos.

En la actualidad, los objetivos principales se simplifican en cumplir la consecución de edificaciones de consumo casi nulo para el 2020, reduciendo aún más ese consumo y, consecuentemente, la huella ecológica de las edificaciones para el 2030, con el objetivo final de conseguir edificaciones de consumo energético y emisiones nulas en 2050.

Los parámetros para conseguirlo parecen estar claros, sin embargo, aún queda mucho camino por recorrer a la hora de contemplar esos parámetros como la forma normalizada de construir los edificios. El camino comienza por una concienciación de agentes relacionados con el sector y de los propios dueños e inquilinos de las edificaciones, sobre la importancia de un correcto diseño bioclimático, una correcta selección de equipos para lograr la eficiencia energética y una selección adecuada de sistemas que suplan la poca demanda que requerirán las edificaciones por medio de energías renovables y, por dejar claro que aunque la inversión inicial pueda ser un poco más elevada, la reducción de impactos así como el ahorro a lo largo de la vida útil de la edificación la compensa.

Por otro lado, uno de los grandes problemas olvidados, e igualmente apremiante que la energía, son los recursos hídricos. Actualmente las cifras muestran que en un futuro próximo la escasez de agua afectará a todas las personas en una escala mundial, sin embargo, el foco de los líderes en lo relativo a las edificaciones sigue siendo la energía. En base a los datos explicados con anterioridad, es necesario retomar el tema de la escasez de agua y ponerlo a la altura de la temática energética, para ello y, en vista del desmesurado consumo de los países desarrollados del mundo, las iniciativas planteadas han de seguir el camino hacia un balance neutro de agua, utilizando todas las alternativas posibles que ya están disponibles en la actualidad e invirtiendo en nuevos métodos innovadores como los ya presentados, que permiten actuar a una escala individual para reducir en mayor medida el impacto global. Así, se conseguirá también la equidad de recursos entre todos los países del mundo, puesto que un menor consumo en determinados lugares implicaría mayor posibilidad de ceder recursos a otros lugares.

Todo lo anteriormente mencionado, hay que enfocarlo teniendo siempre en mente las características específicas de los emplazamientos en los que se actúe, como es el caso del clima, al contrario de lo que sucede actualmente, ya que generalmente y sobre todo en el caso de España, se toman en consideración prácticas requeridas por la legislación sin medir la eficiencia que éstas pueden tener o las alternativas más adecuadas. Para ello, las certificaciones energéticas, tanto requeridas como voluntarias, pueden jugar un papel importante, ya que con sus exigencias permiten llevar a cabo un análisis detallado de las edificaciones, de sus consumos y de sus impactos.

Centrando el tema en el ámbito edificatorio español, es de interés mencionar que, según los últimos datos disponibles, el país aún no ha conseguido ponerse a la altura de las expectativas



europeas y se hace imprescindible que en materia energética se comience a pensar de forma más global a la hora de reducir las emisiones contaminantes.

Pese a los esfuerzos gubernamentales para implementar las ayudas a la rehabilitación, el fondo del problema lo compone principalmente el parque edificatorio ya construido. La normativa española fue en el pasado muy flexible en términos energéticos y se permitió la construcción apresurada, sin pensar en los impactos medioambientales y dejando en mano de las instalaciones, suplidas por energías no renovables, el confort de las edificaciones, ya que la economía permitía la rápida expansión y el precio del mix energético era asequible. Esto generó un parque edificatorio insalubre, de alto consumo y de altas emisiones contaminantes.

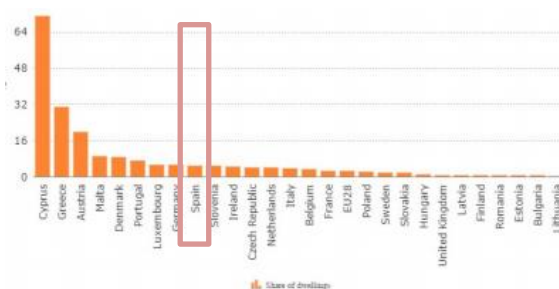
Por otro lado, la administración hasta hace relativamente poco no apoyaba el desarrollo de edificaciones de consumo casi nulo y, no es hasta prácticamente la actualidad cuando se comenzó a legislar sin poner trabas al autoconsumo. Además, hasta la llegada de la crisis económica, tampoco se implantó una cultura sobre el ahorro energético y la eficiencia de las edificaciones y, pese a ello, las cifras citadas con anterioridad muestran que, tras la mejora económica, se comienza de nuevo a disparar el consumo en las edificaciones y las encuestas realizadas por el Ministerio de Fomento en su documento *Actualización 2017 de la estrategia a largo plazo para la rehabilitación energética en el sector de la edificación en España* indican que la eficiencia energética está por debajo de otras prioridades, mientras que el consumo de agua directamente no aparece como una preocupación. (Ministerio de Fomento 2017)

En lo relativo a la legislación, aunque el nuevo Código Técnico de la Edificación ha supuesto una mejora en comparación con la situación anterior, la realidad es que los estándares requeridos siguen estando muy por debajo de los necesarios para conseguir los objetivos, más teniendo en cuenta que son las edificaciones de nueva construcción las que permiten realmente abrir el camino hacia los mismos y las que realmente pueden conseguir, con una menor inversión, el acercamiento al consumo nulo energético y de agua.

A todo ello se le suma que la industria energética, a pesar de la reducción de utilización de combustibles contaminantes en su producción, sigue generando la mayor parte de la electricidad por medio de dichos combustibles y no están centrando al máximo sus esfuerzos en la consecución de los objetivos previstos para el 2050.

España, debido a sus condiciones climatológicas, es uno de los países europeos de mayor aptitud para la implantación de energías renovables en la edificación, sobre todo en términos de energía solar ya que además, el sector industrial en este campo se está desarrollando a pasos agigantados, lo que se demuestra en las cifras europeas donde aparece como el país donde mayor consumo de energía solar se produjo en 2013. (Ministerio de Fomento 2017)

Pese a estos datos, España sigue estando por detrás de muchos países en la utilización de la energía solar para la producción de calor, como por ejemplo para producir agua caliente sanitaria. Las cifras muestran que, en 2014, se situaba incluso por detrás de otros países donde el recurso solar no es tan elevado [Fig.21]. (Ministerio de Fomento 2017)



**Figura 21.** Países de la Unión Europea según el porcentaje de hogares equipados con ACS solar (2014). Fuente: [https://www.fomento.gob.es/recursos\\_mfom/pdf/24003A4D-449E-4B93-8CA5-7217CFC61802/143398/20170524REVISIONESTRATEGIA.pdf](https://www.fomento.gob.es/recursos_mfom/pdf/24003A4D-449E-4B93-8CA5-7217CFC61802/143398/20170524REVISIONESTRATEGIA.pdf)

Por todo lo anteriormente mencionado, es de especial interés comenzar a poner sobre la mesa la posibilidad de que el nuevo parque edificatorio se componga de edificaciones autosuficientes, siendo éstas un camino hacia las posibilidades de reforma del parque edificatorio actual, para así poder conseguir los objetivos planteados por la Unión Europea para un futuro no tan lejano. Además, es de interés evaluar, como ya se ha mencionado en los objetivos del documento, tanto su viabilidad como el papel de las certificaciones en éste ámbito para despejar las dudas aún existentes hoy en día y, permitir con ello, una mayor confianza en las nuevas implementaciones por parte de empresas y sectores concienciados con el cambio climático y la importancia de las edificaciones en este caso.

El cambio climático es una realidad y, aunque la edificación es tan sólo uno de los múltiples sectores que aportan mayor amplitud al problema, parece ser uno de los pocos en los que la consecución de una solución total se puede llevar a cabo. Para ello, tan sólo hay que seguir pautas de desarrollo sostenible e invertir e innovar en soluciones que apoyen dicho desarrollo, sin olvidar que la clave del mismo tiene siempre como base la concienciación de la personas en primer lugar.

### **3. PRESENTACIÓN DE LA VIVIENDA CASO DE ESTUDIO**

El proyecto de la vivienda objeto de estudio pertenece al arquitecto Francisco Javier López Rivadulla, profesor del Departamento de Construcciones y Estructuras Arquitectónicas, Civiles y Aeronáuticas, en el área de construcciones arquitectónicas de la Universidad de La Coruña. Además, fue usado posteriormente por Enrique Arroyo Martínez para evaluar su impacto medioambiental por medio de un Análisis de Ciclo de Vida con resultados positivos.

#### **3.1. EMPLAZAMIENTO**

La ubicación real de dicha vivienda no es la planteada en este documento. Se modificó su localización a una parcela situada en Peri de Olivares, Oviedo, con superficie útil y forma similar a la de la parcela donde se pretende ubicar realmente la vivienda, en Villagarcía de Arousa (Pontevedra). Con esto, se pretende determinar el comportamiento de la vivienda fuera del entorno y clima para el que se plantea inicialmente. Además, las condiciones climatológicas de las zonas nortes de España dificultan, en principio, la consecución de una vivienda autosuficiente.

Para el objetivo de este documento, se situará la vivienda en una parcela de 314m<sup>2</sup> de forma trapezoidal, rodeada por dos de sus lados de viviendas unifamiliares de dos plantas y, por los otros dos, de dos vías principales que son las que dan acceso a la totalidad de viviendas. La parcela se encuentra situada en Al Cortinas, 10, Peri de Olivares en Oviedo (Asturias) [Fig.22] y la zona cuenta con las infraestructuras y equipamientos adecuados, además, la parcela cuenta con las acometidas necesarias a los servicios urbanísticos y servicios de alumbrado público y de residuos.



**Figura 22.** Localización de la parcela para la ubicación de la vivienda. Fuente: Google Earth Pro

Actualmente la parcela seleccionada ya tiene construida en ella una vivienda unifamiliar de dos plantas realizada por los arquitectos Constantino de la Riva López y Javier de la Riva López, los cuales ofrecieron toda la documentación relativa a la parcela. Sin embargo, la vivienda que existe actualmente en ésta ubicación se va a obviar para la totalidad del planteamiento de este documento, puesto que no presenta unas características favorables para la consecución de los objetivos planteados.

La vivienda estudiada en este documento se orienta en la parcela siguiendo los límites y exigencias urbanísticas de en la misma para evitar espacios peculiares sin posibilidad de uso. Se coloca en la parte sur de la parcela cercana a una de las puertas de entrada a la misma y, orientada de tal forma que la puerta de entrada a la vivienda coincida con la puerta de entrada a la parcela, evitando recorridos innecesarios. La parcela y la colocación de la vivienda en la misma se representan gráficamente en los planos adjuntos.

### **3.2. DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA**

La vivienda objeto de estudio es una vivienda prefabricada y, como tal, sus características constructivas, aunque pensadas para aumentar su comportamiento pasivo, no son específicas de una zona geográfica concreta.

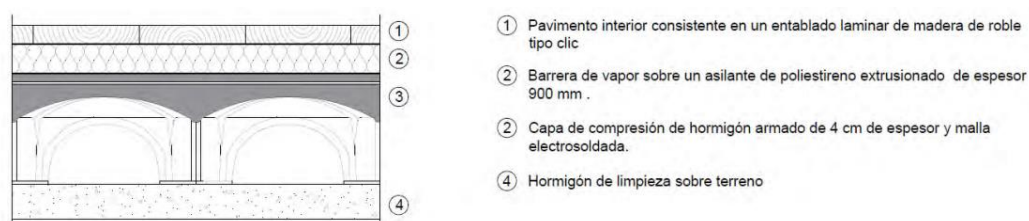
La edificación objeto de estudio de este documento se trata de una vivienda unifamiliar de 49,92m<sup>2</sup> de superficie construida y 39,36m<sup>2</sup> de superficie útil, distribuida en su totalidad en planta baja (Arroyo Martínez 2018).

Dicha vivienda consta de un pequeño recibidor de 0,75m<sup>2</sup>, un espacio de salón-comedor de 12,90m<sup>2</sup>, una cocina de 5,72m<sup>2</sup>, dos dormitorios, uno principal doble de 9,19m<sup>2</sup> y uno secundario individual de 6,87m<sup>2</sup>, un baño de 2,57m<sup>2</sup> y, finalmente, un distribuidor que conecta las habitaciones, el baño y el espacio de salón-comedor de 1,36m<sup>2</sup>. (Arroyo Martínez 2018)

La vivienda es prefabricada y presenta un sistema constructivo basado en una estructura de paneles de CLT (Cross Laminated Timber). Además, la vivienda está pensada en su totalidad como una edificación sostenible, por una parte al estar realizada con materiales de construcción sostenibles ya que, por su prefabricación, evita muchos de los residuos generados en comparación con la fabricación in situ y, por otra parte, porque las características constructivas de la misma la definen como una vivienda pasiva, de tal forma que consigue reducir el consumo energético de la misma.

Las características constructivas de la vivienda se resumen a continuación, definiendo cada parámetro de la envolvente por separado y explicando cada uno de sus componentes.

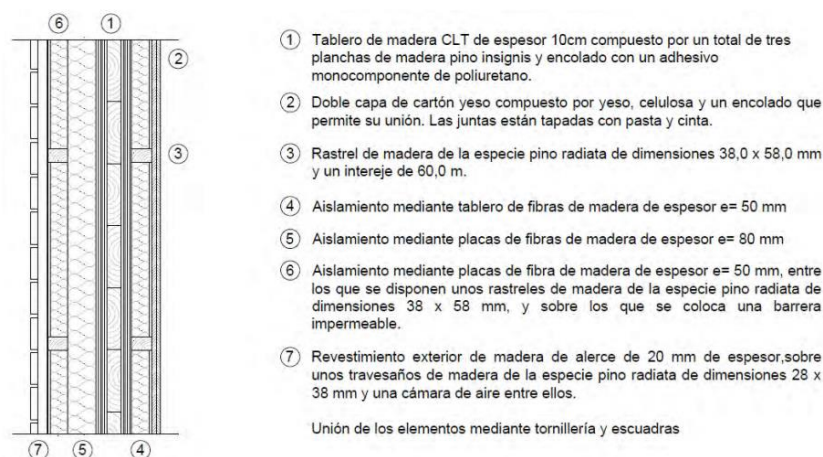
La cimentación [Fig.23] se conforma por un forjado sanitario de 45cm de canto. El forjado dispone de un encofrado perdido de módulos de polipropileno reciclado sobre una capa de hormigón de limpieza de 10cm y, sobre el encofrado, una capa de compresión de hormigón armado y malla electrosoldada de 5cm de espesor. Sobre éste, se dispone de una barrera de vapor y 9cm de aislante térmico poliestireno extrusionado. (Arroyo Martínez 2018)



**Figura 23.** Sistema constructivo del forjado inferior de la vivienda. Fuente: TFM “Análisis del Ciclo de Vida enfocado a la construcción de una vivienda unifamiliar compuesta por tableros de madera contralaminada” – Enrique Arroyo Martínez

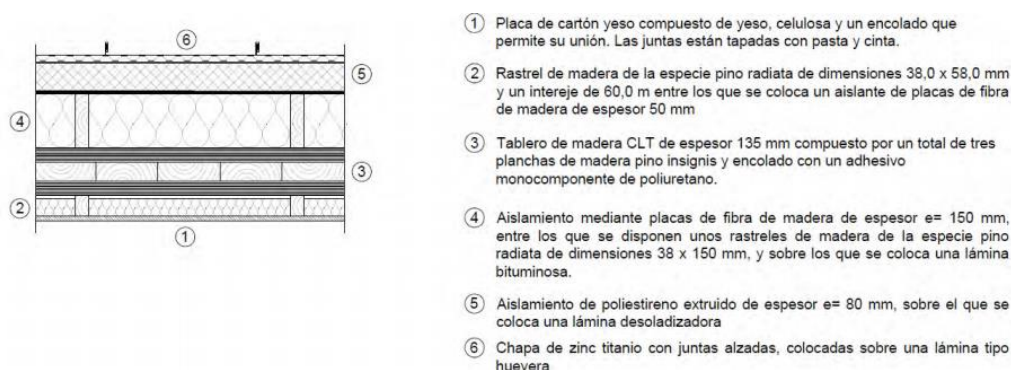
La envolvente [Fig.24] está formada por una hoja de tablero CLT auto portante de 10cm de espesor. La capa interior corresponde a una doble capa de yeso laminado de 12.5mm cada una, unidas al tablero mediante rastreles. El espacio entre las placas de yeso y el tablero CLT se rellena con aislante de corcho de 50mm. Por delante del CLT se coloca un aislamiento continuo

por medio de placas de fibra de madera de 80mm, sobre el cual se coloca una barrera de vapor y rastreles de madera, entre los que se dispone de más aislamiento con espesor 50mm, y que sostienen, junto con una serie de travesaños, el acabado exterior a base de madera de roble tratado de 20mm de espesor. El espacio comprendido entre los travesaños que sostienen el revestimiento exterior funciona como una cámara de aire ligeramente ventilada. (Arroyo Martínez 2018)



**Figura 24.** Sistema constructivo de los muros exteriores de la vivienda. Fuente: TFM “Análisis del Ciclo de Vida enfocado a la construcción de una vivienda unifamiliar compuesta por tableros de madera contralaminada” – Enrique Arroyo Martínez

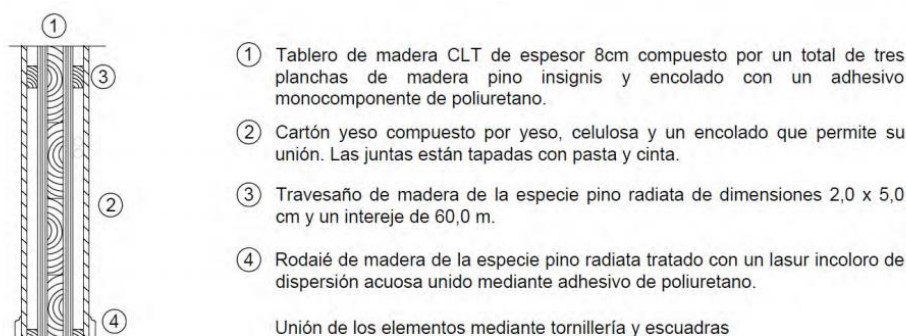
La cubierta [Fig.25] está conformada por una placa de cartón yeso de 12,5mm de espesor, en la parte interior de la vivienda, que se ancla, por medio de rastreles de madera, entre los cuales se presenta una capa de aislante de corcho de 50mm, al tablero de CLT de 135mm de espesor. Sobre el tablero de CLT se dispondrá de una subestructura entre la cual se encuentran 150mm de aislante de fibra de madera y, sobre el que se encuentra una barrera de vapor, una capa aislante de 50mm de poliestireno extruido, un geotextil y una lámina de polietileno de nódulos, conformando una cámara de aire ventilada que evite posibles condensaciones. La última capa es una chapa de zinc titanio a junta alzada. (Arroyo Martínez 2018)



**Figura 25.** Sistema constructivo de la cubierta de la vivienda. Fuente: TFM “Análisis del Ciclo de Vida enfocado a la construcción de una vivienda unifamiliar compuesta por tableros de madera contralaminada” – Enrique Arroyo Martínez

Las particiones interiores [Fig.26] están compuestas por paneles prefabricados de madera CLT de 8cm de espesor, trasdosados por placas de yeso laminado de 12.5mm, ancladas por travesaños de madera a ambas caras del panel. Los huecos libres de 20mm a ambos lados están previstos para el paso de instalaciones. (Arroyo Martínez 2018)





**Figura 26.** Sistema constructivo de las particiones interiores de la vivienda. Fuente: TFM “Análisis del Ciclo de Vida enfocado a la construcción de una vivienda unifamiliar compuesta por tableros de madera contralaminada” – Enrique Arroyo Martínez

Las aberturas están formadas por vidrio doble, marco de madera con moldura, galce y tapajuntas de madera. Los herrajes y cierre son de acero inoxidable y la madera cuenta con protección de penetración NP1 y NP2. (Arroyo Martínez 2018)

Los pavimentos interiores son de laminado de roble, de 16mm de espesor, tipo clic. En los locales húmedos se utilizan baldosas cerámicas de 30 x 30 cm, amurados con mortero de cemento y con juntas de mortero de cemento blanco coloreado. (Arroyo Martínez 2018)

Los acabados interiores serán de guarnecido y enlucido de la placa de yeso y pintado. En los locales húmedos se instalan azulejos de 15 x 15cm, amurados por mortero de cemento y lechada de cemento. (Arroyo Martínez 2018)

### **3.3. CONCLUSIONES Y MODIFICACIONES**

Como se puede observar la vivienda dispone de un buen sistema constructivo, cuidado en los detalles, evitando en todo momento la presencia de puentes térmicos o cortes en el aislamiento. Además, presenta una importante cantidad de aislamiento en la envolvente exterior y, en los revestimientos interiores, se dispone de placas de yeso, material que favorece la reducción de infiltraciones si se ejecuta en obra correctamente. (Crespo Ruiz de Gauna et al. 2011)

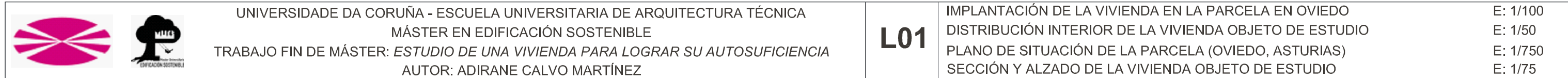
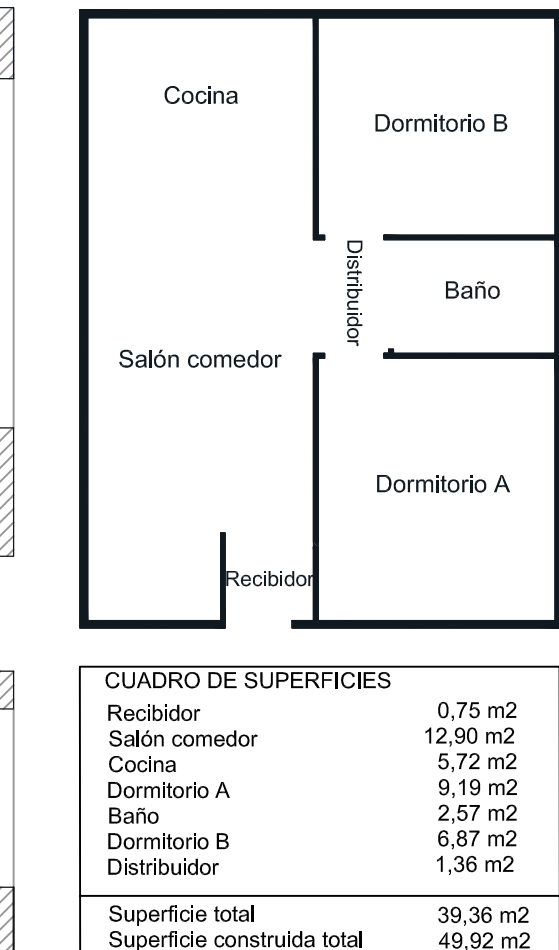
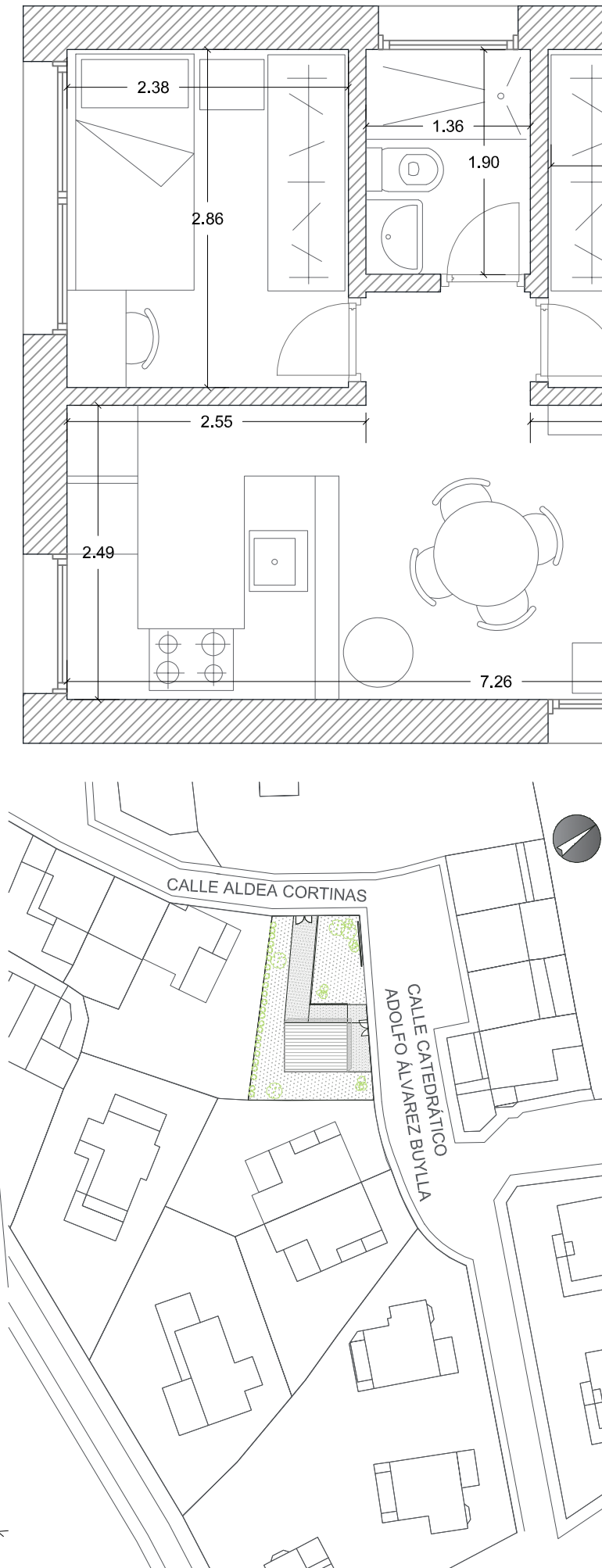
Sin embargo, el paso de instalaciones por las paredes es mínimo para conseguir el objetivo formulado en este documento, puesto que la vivienda no estaba pensada para albergar el espacio que suponen las instalaciones para la consecución de autosuficiencia.

Por ello, se plantea un pequeño cambio en la vivienda que consiste en elevar la cubierta 50cm más, lo que permitirá la creación de un espacio entre la misma y un techo técnico para el correcto paso de instalaciones. Así pues, se mantendrá la altura libre interior de 2,5m y, al exterior, la vivienda presentará una altura total de 3,67m frente a los 3,17m actuales.

Este replanteo de la altura de la vivienda implicará pequeños cambios en el acondicionamiento pasivo de la vivienda, por lo que todas las simulaciones previstas en apartados posteriores de este documento se realizarán incorporando dicho replanteo puesto que, por un lado es necesario para la ubicación de pasos de instalaciones y maquinaria ya que la vivienda no incorpora un espacio específico para la misma y, por otro, porque se pretende un estudio óptimo de las condiciones primarias de la vivienda modificada para la comprensión de su viabilidad.

El plano general adjunto a continuación muestra las características constructivas y el replanteamiento de la vivienda. Así como su ubicación en la parcela elegida.

### **3.4. PLANOS GENERALES DE LA PARCELA Y LA VIVIENDA**





#### 4. ANÁLISIS CLIMÁTICO DEL LUGAR

La vivienda objeto de estudio se sitúa en Oviedo, en la provincia de Asturias y, como se pudo observar en el apartado anterior 'Las diferencias climáticas en España', en concreto en el mapa de clasificación del territorio español conforme a la tipología climática de Wladimir Köppen, Asturias presenta dos zonas climáticas diferentes correspondientes a Cfb (templado sin estación seca con verano templado) y Csb (templado con verano seco y templado), el primero de los cuales se corresponde con el clima de Oviedo (Agencia Estatal de Meteorología 2011).

Para conseguir el objetivo planteado de lograr la autosuficiencia energética de una vivienda situada en Oviedo por medio de energías renovables, se hace necesario en primera instancia el estudio del clima de la ubicación de dicha vivienda para poder conocer las opciones que éste ofrece en cuanto al aprovechamiento de recursos naturales. Al mismo tiempo, un estudio en detalle del clima de Oviedo mostrará las características necesarias que ha de presentar la vivienda para la optimización de los recursos energéticos, por lo que se procederá seguidamente a realizar dicho estudio.

##### 4.1. ANÁLISIS DE LOS ARCHIVOS CLIMÁTICOS DE OVIEDO

Para conseguir el objetivo de la autosuficiencia energética en las viviendas se hace necesario estudiar la forma de obtener un menor consumo energético de la misma. Por consiguiente, es imprescindible estudiar el clima de la zona en profundidad, para lo que se usarán los programas *Elements* y *Climate Consultant*, de tal forma que, por medio del primero de ellos, se puedan leer los archivos climáticos obtenidos de manera fácil y modificar algunos parámetros que, debido a fallos generales de dichos archivos, se consideran erróneos y, por medio del segundo de ellos, se visualizan los valores del epw por medio de gráficos para así comprender todos esos datos en conjunto y, poder obtener así las pautas mínimas requeridas en la vivienda, con las cuales ésta se adaptará al clima particular y permitirá un ahorro energético importante.

En este caso se utilizaron como base los archivos epw de la página web Energy plus (<https://energyplus.net/weather>) del año 1989 y se introdujo el epw concreto de la localidad de Oviedo en el programa *Elements*: temperatura de bulbo seco en °C, temperatura de bulbo húmedo en °C, presión atmosférica en kPa, porcentaje de humedad relativa, temperatura de punto de rocío en °C, radiación solar y radiación solar difusa en Wh/m<sup>2</sup>.

Sin embargo, faltaban factores importantes del clima que influyen de gran manera en la consecución de confort en las edificaciones, el viento y la nubosidad. Consecuentemente, se llevó a cabo una modificación del epw, añadiendo dichos valores; de los cuales los datos de viento del año 2018 se obtuvieron del archivo de AEMet (Agencia Estatal de Meteorología 2019) y la página web de Windfinder (Windfinder 2019) y los datos de nubosidad del año 2018 se obtuvieron de la página de Ogimet desde la estación meteorológica de Oviedo con indicativo 080015 [Fig.27] (Ballester Valor y García López 2018), transformándolos de oktas a tenths mediante la equivalencia de 8 oktas son iguales a 10 tenths (Linacre 1992).

IIiii	OACI	Nombre	Estado	Latitud	Longitud	Altitud	Notas
08015	----	Oviedo	Spain	43-21N	005-52W	335	----

Figura 27. Indicativo y localización de la estación meteorológica encargada de medir la nubosidad. Fuente: Ballester Valor y García López - <https://www.ogimet.com/gsynres.phtm>

El análisis del clima se realizó por medio del programa *Climate Consultant*, donde se cargó el epw modificado y tras ello, se seleccionó el Modelo de Confort *ASHRAE Standard 55 and Current Handbook of Fundamentals model* que se basa en la temperatura de bulbo seco, el nivel de ropa de los ocupantes y su actividad metabólica, velocidad del aire, humedad y temperatura radiante media; frente al *California Energy Code Comfort Model*, *ASHRAE Handbook of Fundamentals Comfort Model up through 2005* y el *Adaptive Comfort Model in ASHRAE Standard 55-2010* que presentan una necesidad de valores determinados.

En base al epw obtenido, se explican las condiciones del clima que podrían dar problemas en una vivienda a la hora de obtener el confort interior en el clima de Oviedo, para así asegurar que la vivienda elegida está diseñada de tal forma que se reduzca su consumo energético. Para ello, se estudian los gráficos que el *Climate Consultant* permite visualizar a partir de los datos presentes en el epw.

El primer elemento del clima que se ha de estudiar es la temperatura a lo largo del año, en este caso se observa que el programa *Climate Consultant* ofrece la opción de incluir un porcentaje de error a los datos del gráfico bien de 0.5% o de un 1%, de los cuales se decidió incluir un 0.5% por los posibles errores que pudiera tener el epw. El gráfico resultante se muestra a continuación [Fig.28].

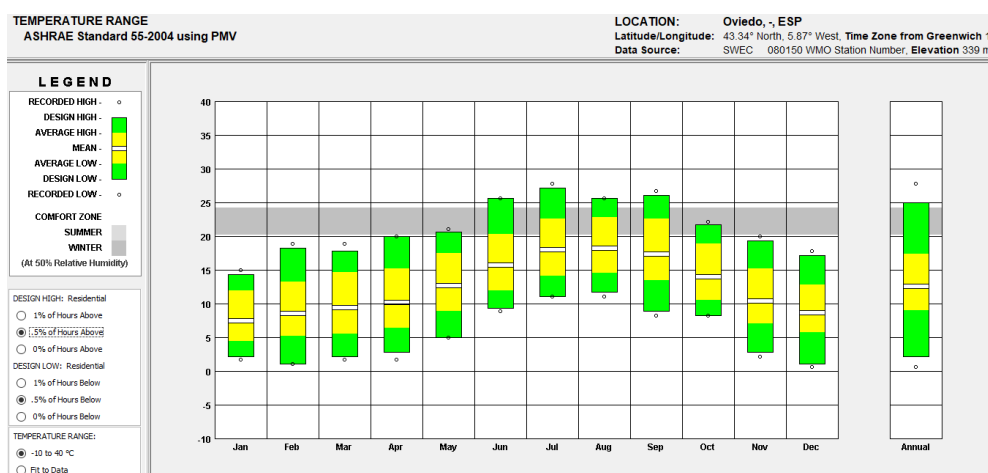


Figura 28. Gráfico de rango de temperaturas de Oviedo. Fuente: Programa Climate Consultant

Como se puede observar, en cuanto al rango de temperatura, los valores que se asocian a la zona de confort, entre 20°C y 25°C distan en general de los valores, mínimos y promedio de la temperatura en Oviedo, sobre todo en invierno donde los valores se concentran entre los 2°C, sin embargo, los máximos que rondan entre los 14°C y 18°C se aproximan en mayor medida. Por otro lado, en los meses de verano se observa que las temperaturas exteriores se acercan a la zona de confort, quedando dentro del rango de Junio a Setiembre.

A continuación se estudian los promedios de temperatura, dentro de los cuales se encuentran la temperatura media de bulbo seco y la temperatura media de bulbo húmedo y radiación normal, difusa y global horizontal a lo largo del año. Los resultados se muestran en un gráfico donde se observan todos en conjunto junto con una franja que generaliza como la zona de confort [Fig.29].

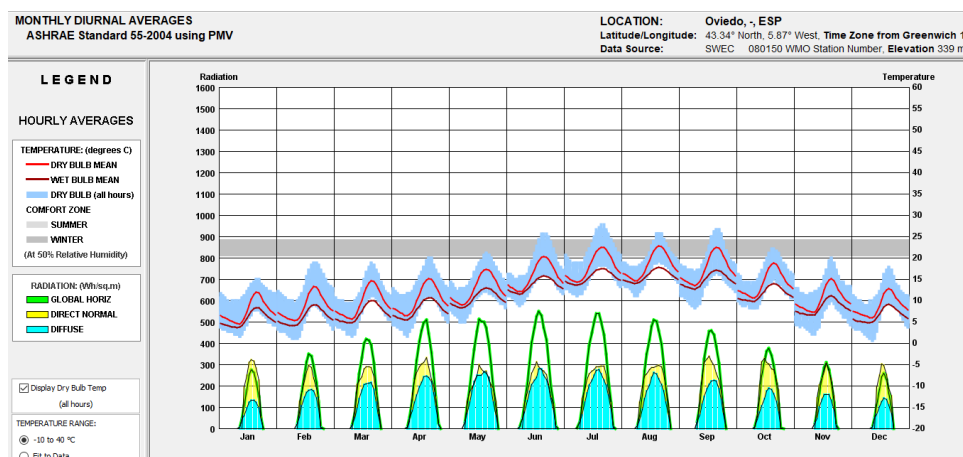


Figura 29. Gráfico de promedios de radiación y temperatura de Oviedo. Fuente: Programa Climate Consultant

Gracias a las temperaturas de bulbo seco y bulbo húmedo se puede apreciar aproximadamente la humedad del clima, que es otro factor importante a la hora de pensar una vivienda pasiva. El gráfico nos muestra que los valores de las temperaturas de bulbo seco y bulbo húmedo son aproximadamente parejos, siempre siendo menor la temperatura de bulbo húmedo pero aproximándose en gran medida algunos meses, y no sobrepasa los 20°C en invierno, mientras que en verano la de bulbo seco llega a alcanzar la zona de confort, quedándose la de bulbo húmedo en los 15°C. Los valores promedio indican que Oviedo no tiene un clima excesivamente húmedo o saturado puesto que las líneas de ambas temperaturas no son iguales, pero no es un clima seco puesto que la distancia entre ellas no es elevada. A todo esto se le une la cantidad de radiación que incide estos meses, y como se observa por el gráfico la radiación difusa y directa permanece más o menos constante a lo largo del año mientras aunque se nota un ligero aumento en el periodo de verano.

Se pueden observar también los valores de bulbo seco junto con la humedad relativa al 50% en gráficos mensuales [Fig.30], que explican más detalladamente la influencia de la temperatura del lugar junto con la humedad en el confort de las personas.

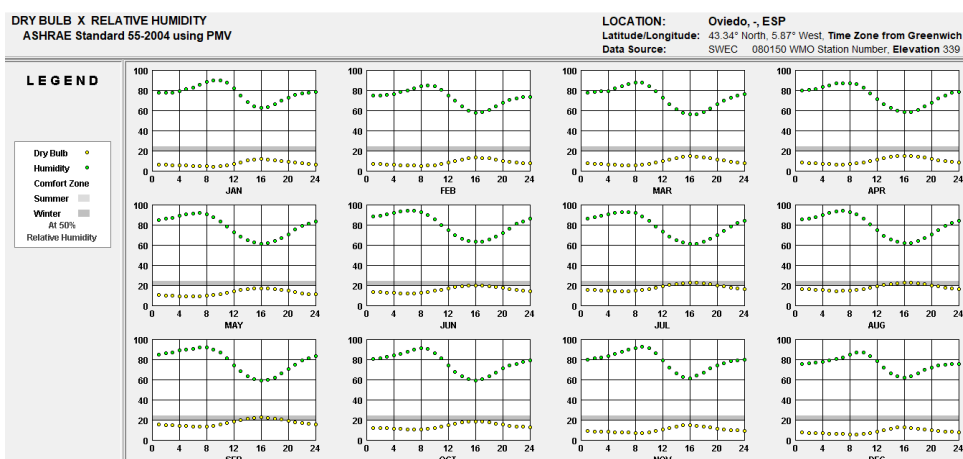


Figura 30. Gráficos de relación entre temperatura y humedad mensual de Oviedo. Fuente: Programa Climate Consultant

Así pues se puede observar que en los meses de invierno y verano la humedad oscila alrededor de un 80% y la temperatura se mantiene en la zona de confort en verano mientras que en invierno se aleja de la misma. Esto quiere decir, la sensación térmica en todo el año se ve un

poco acentuada por la humedad aunque, al no ser temperaturas muy severas, ésta no presenta realmente un problema.

Finalmente para cerrar el episodio de las temperaturas, se contabilizan los valores anuales de temperatura del suelo [Fig.31] que, dependiendo de las estrategias a seguir, pueden ser muy útiles a la hora de plantearse la autosuficiencia de una vivienda.

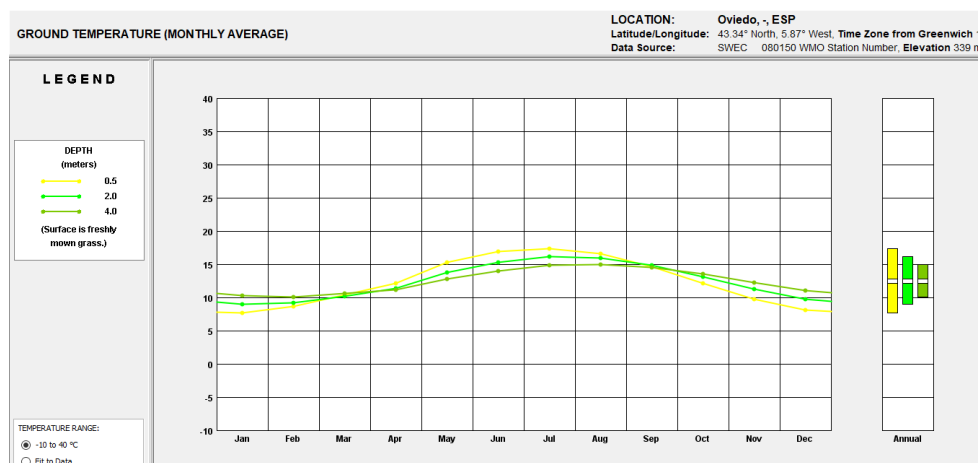


Figura 31. Gráfico de temperatura del suelo de Oviedo. Fuente: Programa Climate Consultant

Como es lógico, el gráfico muestra que a más profundidad menos discrepancias entre los grados en invierno y en verano siendo esta, a una profundidad de 2 m, desde los 10°C hasta los 16°C, disminuyendo en invierno y aumentando en verano pero sin salirse de este rango. En general, la relación entre las temperaturas exteriores y las del suelo mínimas en invierno y máximas en verano, muestran una diferencia de 8°C y 2°C. La utilización de estrategias de acondicionamiento utilizando el subsuelo puede ser interesante en invierno pero no tanto en verano.

Tras este gráfico se continúa con un gráfico más detallado de los tipos de radiación, de tal forma que, se estudia anualmente en base a valores diarios de radiación directa normal y global horizontal [Fig.32]. Para ello, se supone que los grados de la horizontal son 0.0°, al igual que los grados del sur, mientras que el porcentaje de reflectancia del suelo se considera un 20%, es decir, se considera que, al tratarse de una vivienda unifamiliar, el suelo alrededor de la vivienda es de césped.

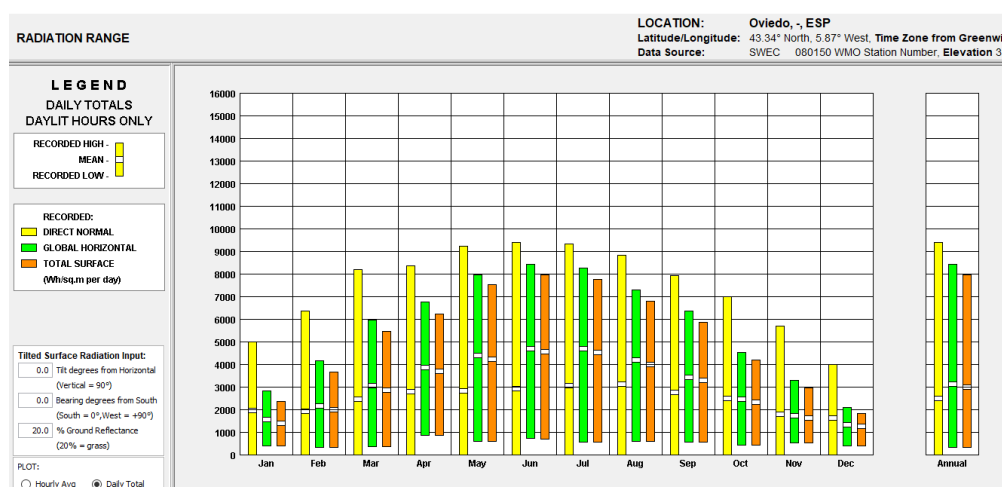
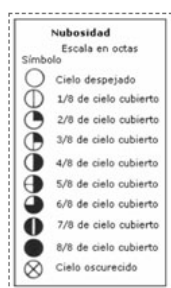


Figura 32. Gráfico de rango de radiación de Oviedo. Fuente: Programa Climate Consultant

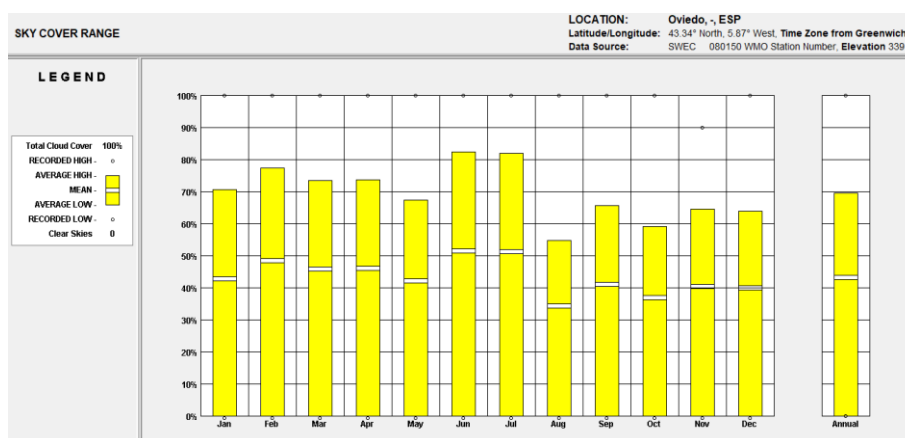
La radiación directa normal es aquella que incide sobre cualquier superficie directamente, la global horizontal es la suma de la directa, difusa y reflejada sobre  $1\text{m}^2$  de superficie horizontal. Como se observa en el gráfico en meses de verano, la radiación tanto directa como difusa alcanza valores altos mientras que en invierno la radiación solar directa disminuye notablemente y la horizontal sufre un cambio drástico.

Uno de los factores fundamentales en la cantidad de radiación solar e iluminación de un lugar es la cantidad de nubes que presenta el cielo. La nubosidad del cielo se mide en octavas de la forma en la que se muestra en la siguiente imagen [Fig.33].



**Figura 33.** Escala de nubosidad en octavas. Fuente: Línea Mijas -  
<http://www.lineaverdemijas.com/lv/consejos-ambientales/las-nubes/cantidad-de-nubes.asp>

Sin embargo, el programa *Climate Consultant* estudia los valores de nubosidad en Tenths para establecer el porcentaje de nubes presentes en el cielo como se muestra en el siguiente gráfico [Fig.34]. Para comprender los resultados hay que tener clara la relación de que 4 octavas corresponden a 5 Tenths. (eurona 2016)



**Figura 34.** Gráfico de rango de nubosidad de Oviedo. Fuente: Programa Climate Consultant

En base a los resultados obtenidos se puede determinar que en Oviedo, las nubes están presentes a lo largo de todo el año, llegando a alcanzar records en algunos momentos del 100% de cielo cubierto. Sin embargo, generalmente los valores máximos a lo largo de todo el año, se mantienen en un 70% del cielo cubierto y la media general se establece en un 40% del cielo cubierto. Destaca la elevada nubosidad en meses considerados de verano como Junio y Julio, además de la notable bajada en las máximas durante la segunda mitad del año.

Los siguientes gráficos indican el soleamiento del lugar en la primera mitad del año [Fig.35] y en la segunda mitad del año [Fig.36]. En ellos se puede observar que en la primera mitad del año las temperaturas exteriores no presentan valores dentro de la considerada temperatura del confort ( $20^{\circ}\text{C}$ ), mientras que en la segunda mitad del año hay una notable cantidad de horas de confort e incluso algunas que alcanzan temperaturas elevadas desagradables, concentradas en los periodos de tarde.

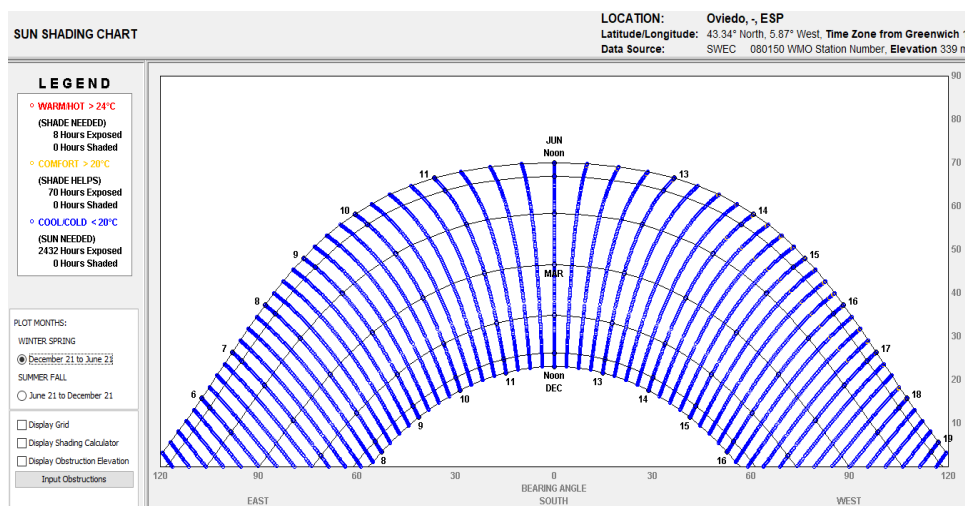


Figura 35. Gráfico soleamiento de Oviedo en la primera mitad del año. Fuente: Programa Climate Consultant

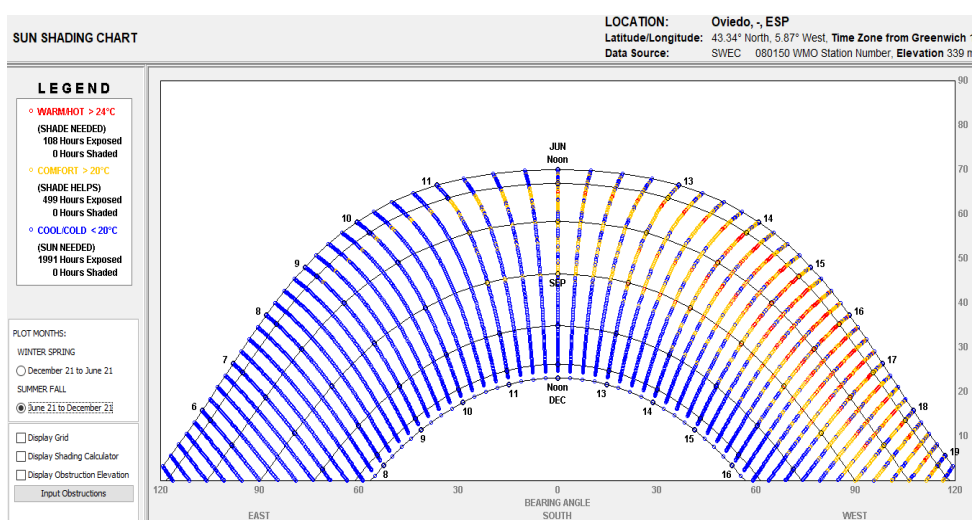


Figura 36. Gráfico soleamiento de Oviedo en la segunda mitad del año. Fuente: Programa Climate Consultant

Finalmente se estudia el viento por medio de un gráfico que muestra su velocidad, [Fig.37] puesto que una mayor velocidad en el viento puede resultar desagradable para el interior de la vivienda si no se tiene en cuenta, tanto por corrientes como por mayor sensación térmica y de humedad. Además, su estudio es importante a la hora de plantearse la autosuficiencia energética por medio de estrategias eólicas.

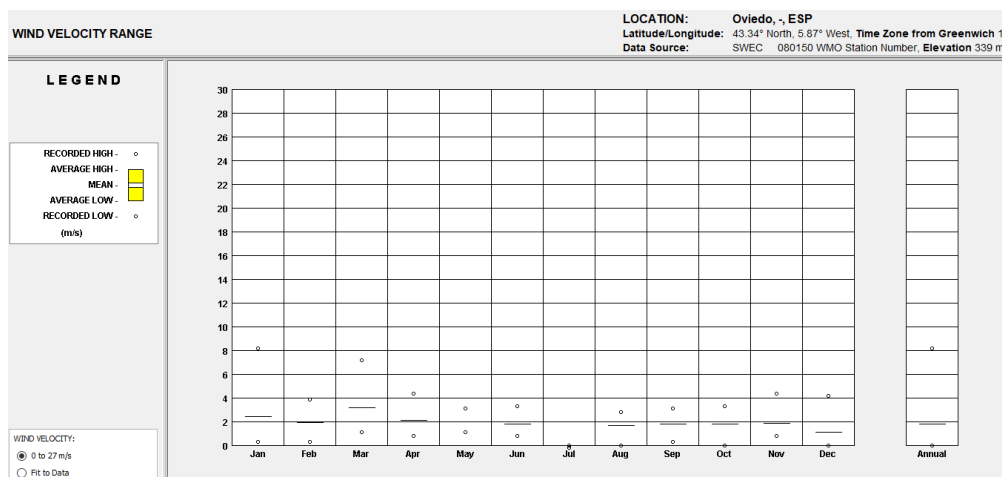
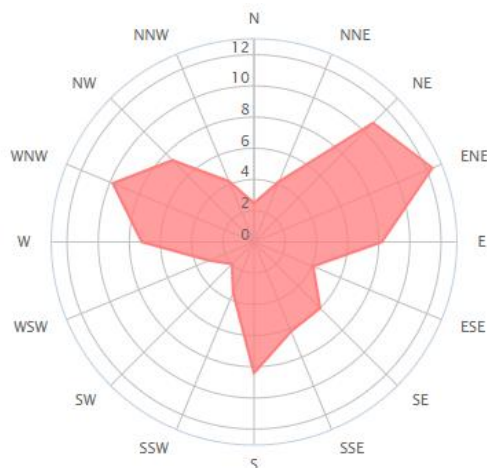


Figura 37. Gráfico de velocidad del viento en Oviedo. Fuente: Programa Climate Consultant

En función a los datos del gráfico se determina que la velocidad del viento en Oviedo es muy baja, con una media de 2m/s en todo el año y tan solo superando los 4m/s en ocasiones muy puntuales. Tal y como se muestra en la siguiente figura, la dirección predominante del viento en Oviedo es la Noreste, aunque también presenta porcentajes notables con dirección Sur y Noroeste [Fig.38].



**Figura 38.** Gráfico de distribución anual en % del viento en Oviedo. Fuente: Windfinder - <https://es.windfinder.com/windstatistics/oviedo>

Se puede concluir que el clima de Oviedo presenta dos caras distintas en verano y en invierno, siendo el verano bastante confortable en cuanto a las temperaturas mientras que el invierno es relativamente fresco pero sin llegar a temperaturas extremas. En general es un clima bastante húmedo pero sin entrar dentro de un rango de humedad desagradable y no presenta vientos a altas velocidades que puedan disminuir notablemente el confort del lugar.

## 4.2. CONCLUSIONES

Para el uso del programa *Climate Consultant* y el estudio de las necesidades de una vivienda en el clima de Oviedo se hizo necesario determinar los valores de nivel de ropa de los ocupantes (clo) y metabolismo de los ocupantes (met). Para ello, se separa el año en dos estaciones, invierno y verano, y las horas al día en noche y día, de esta forma se obtienen cuatro valores de met y cuatro de clo en función de la hora del día y de la estación, como se muestra en la siguiente tabla [Tabla 4]. Para evitar errores derivados de la suposición de los meses de verano e invierno que pueden no coincidir con los que considera el programa, por cada met se utilizará el mismo clo para la opción de verano e invierno, así nos aseguramos que los datos que se consideraron no varían por la consideración de otros del programa.

	Invierno (Octubre-Mayo)		Verano (Junio-Septiembre)	
	Clo	Met	Clo	Met
Día (9h.-21h.)	1.0	1.1	0.5	1.2
Noche (22h-8h)	1.5	0.7	0.5	0.7

**Tabla 4.** Valores de met y clo. Fuente: Elaboración propia en base a ISO7730:2006



Estos datos de met y clo se recogen en función de la norma ISO 7730:2006, por lo que en base a estos valores se supuso que, en general, un día de invierno se presentará una actividad sedentaria (oficina, domicilio, escuela...) y se utilizará ropa interior con mangas y perneras cortas, camisa, pantalones y calcetines; en una noche de invierno se presentará una actividad de reposo tendido y se utilizará ropa interior de mangas y perneras largas, pijama de manga larga, calcetines y ropa de cama de abrigo; en un día de verano se presentará una actividad sedentaria (oficina, domicilio, escuela...) y se utilizará camisa de manga corta, pantalones ligeros y calcetines finos; y finalmente, en una noche de verano se realizará una actividad de reposo tendido y se utilizará un pijama de camisa de manga corta y pantalones finos.

En base a estos datos, los gráficos psicrométricos obtenidos en el programa del *Climate Consultant* muestran que por medio del estudio del clima se puede reducir notablemente la necesidad y consumo de las instalaciones.

Así pues, en un día [Fig.39] y una noche de invierno [Fig.40], si la vivienda está adaptada al clima en particular de la forma en la que establecen los porcentajes del gráfico (estrategias para la mejora de las ganancias solares internas y mejora de la inercia térmica), se podrá reducir el consumo de calefacción un 50% y un 20% (porcentajes correspondientes con las horas de desconfort que se tornan confortables) respectivamente para conseguir el porcentaje total de horas de confort en la vivienda.

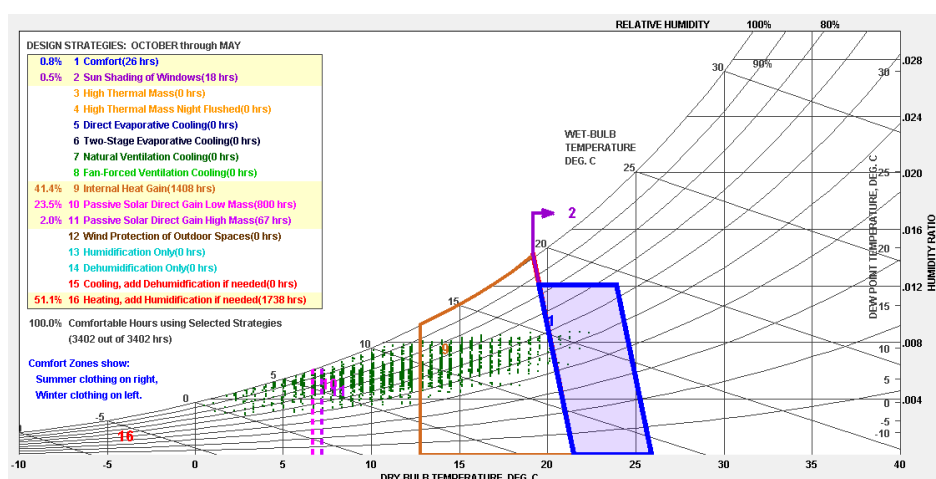


Figura 39. Gráfico psicrométrico de un día de invierno en Oviedo. Fuente: Programa Climate Consultant

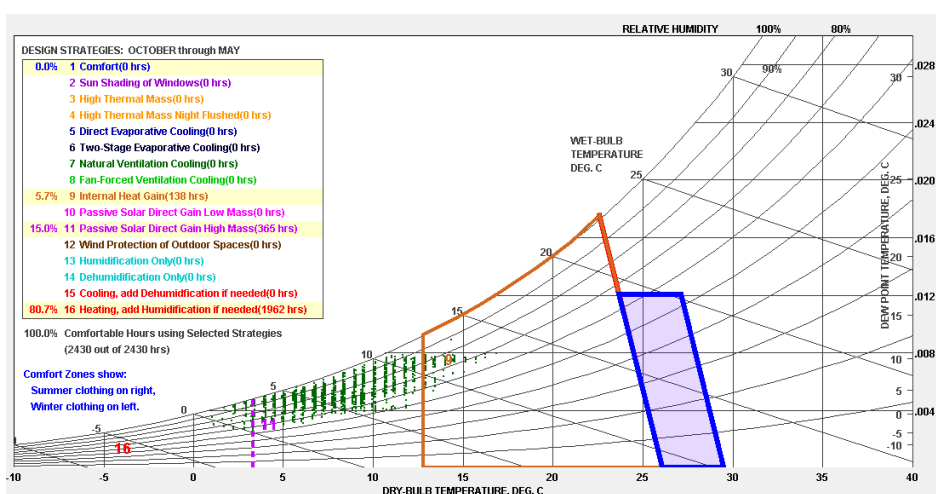


Figura 40. Gráfico psicrométrico de una noche de invierno en Oviedo. Fuente: Programa Climate Consultant



En cuanto al verano, en un día [Fig.41] y una noche de verano [Fig.42] el programa determina unas necesidades de calefacción debido a las bajas temperaturas obtenidas por el epw. Si la vivienda está adaptada al clima en particular de la forma en la que establecen los porcentajes del gráfico (estrategias para la mejora de las ganancias solares internas y mejora de la inercia térmica), se podrá reducir el consumo de calefacción un 99% y un 90% respectivamente para conseguir el porcentaje total de horas de confort en la vivienda. Por ello se determina que si la viviera se adaptara al clima, aunque las temperaturas del verano no fuesen confortables durante todo el periodo de tiempo, no sería necesaria la calefacción. Todo ello teniendo en cuenta que para una vivienda situada en Oviedo no es necesaria la refrigeración y siendo conscientes de que en los meses de verano, aunque el programa determine las necesidades de calefacción, éstas no suelen ser comunes.

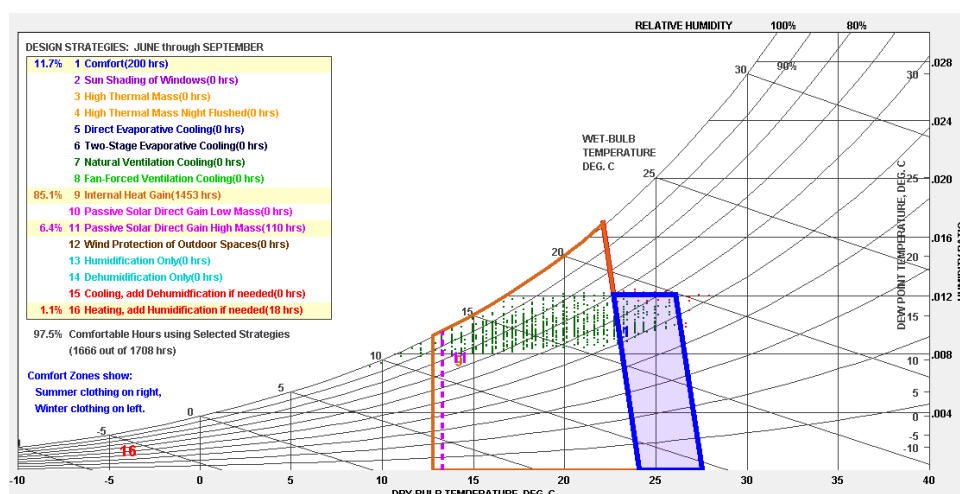


Figura 41. Gráfico psicrométrico de un día de verano en Oviedo. Fuente: Programa Climate Consultant

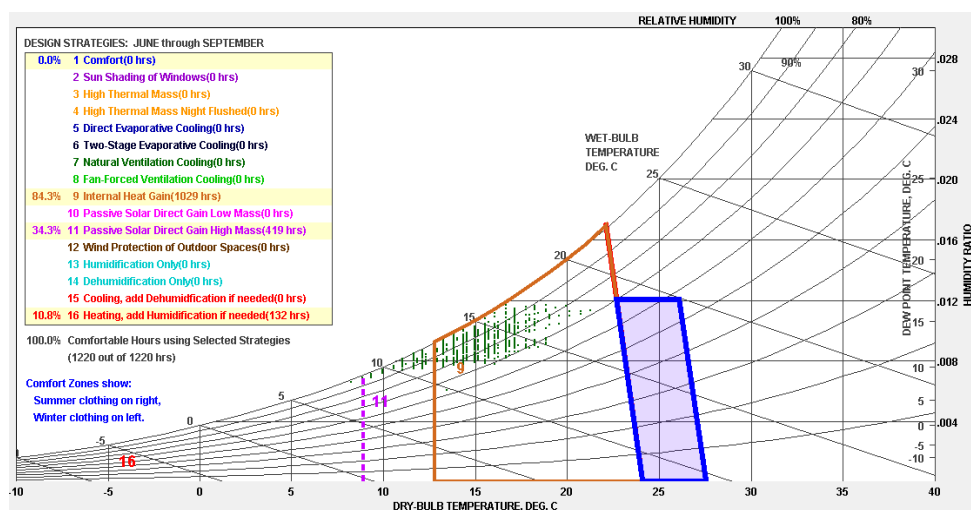
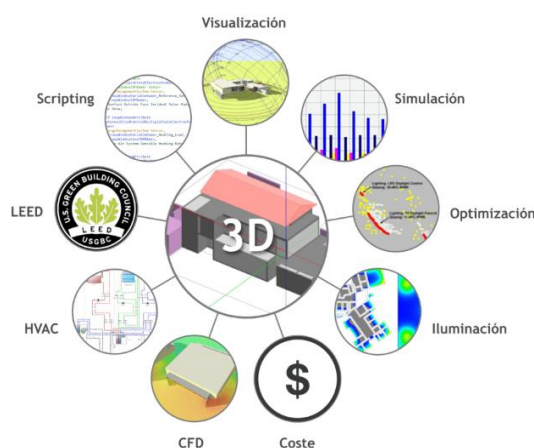


Figura 42. Gráfico psicrométrico de una noche de verano en Oviedo. Fuente: Programa Climate Consultant

## **5. ESTUDIO DETALLADO MEDIANTE SIMULACIONES DE LAS CONDICIONES DE LA VIVIENDA CONFORME AL CLIMA DE OVIEDO**

### **5.1. INTRODUCCIÓN AL DESIGN BUILDER**

*Design Builder* es un software, organizado en varios módulos, que permiten analizar una edificación, evaluando distintos parámetros como coste y optimización de la misma, sistemas HVAC, créditos de certificación LEED, evaluación CFD y simulación energética. Mediante el motor de cálculo de *Energy Plus* es posible simular el comportamiento energético de una edificación, analizando tanto los sistemas pasivos como los sistemas activos que la misma posea. (DesignBuilder|Lat 2018)



**Figura 43.** Gráfico de las opciones que ofrece Design Builder. Fuente: <https://www.designbuilder-lat.com/caracteristicas/descripcion-general>

Mediante la simulación energética con *Design Builder* es posible obtener datos de consumos, costes de energía y producción y balances energéticos. Con todo ello, se puede llegar a analizar una edificación de forma exhaustiva, consiguiendo mejorar su eficiencia energética y reducir sus costes desde la fase de diseño del proyecto. (Gestor Energético Econova)

Dentro de las posibilidades que presenta el software, destaca la facilidad con la que se puede llevar a cabo un estudio energético de una edificación, tanto por medio de elementos activos de instalaciones como por medio del análisis de las estrategias pasivas necesarias para implementar el ahorro energético final. El software da la oportunidad de modelar detalladamente la envolvente de la edificación, estudiar la ventilación natural o mecánica así como la iluminación natural de la vivienda, incorporar protecciones solares, muros trombe, pozos canadienses, materiales de cambio de fase y cubiertas vegetales entre otros. Con los datos de la simulación se podrá observar fácilmente la trayectoria solar y las sombras de la edificación, la fluidodinámica computacional de la vivienda y del entorno, la radiación y ganancias solares interiores, el confort térmico en el interior de la vivienda, etc. De esta forma, se optimizará el diseño arquitectónico para el mejor aprovechamiento de los sistemas pasivos, aportando valor a la eficiencia energética del edificio sin la necesidad de aumentar los costes previstos y generando ahorros a largo plazo en la etapa de uso. (Gestor Energético Econova)

El software cuenta con ficheros climáticos de todo el mundo, base de datos de cerramientos, vidrios y materiales aprobados por el Código Técnico de la Edificación, además de permitir su exportación a LIDER para realizar los Certificados de eficiencia energética y calificación, importación gbxml y calcular la huella de carbono, el coste del ciclo de vida del edificio, permitir la exportación de planillas a Excel y el cálculo de condensaciones intersticiales. (AUREA CONSULTING SUSTAINABLE ARCHITECTURE AND ENGINEERING,S.L.)

Entre todos los softwares de simulación, *Design Builder* destaca en numerosos artículos publicados a lo largo de los años. La fiabilidad de programa se basa en su desarrollo a partir del motor de cálculo *Energy Plus*, programa de simulación energética desarrollado en 1997 por el Departamento de Energía de Estados Unidos. El software *Energy Plus*, de código abierto y sucesor del *DOE-2.1E* (Office of ENERGY EFFICIENCY & RENEWABLE ENERGY 2017), se basa en el método de balance de energético *Heat Balance de ASHRAE*, permitiendo conocer de forma detallada las condiciones de demandas, consumos, temperaturas y otros parámetros en cualquier periodo de tiempo, permitiendo evaluar la vivienda en numerosos aspectos incluidos los costes y las emisiones de CO<sub>2</sub>. (EnergyPlus 2019)

Numerosas comparativas llevadas a cabo a lo largo de los años como la realizada por D.B. Crawley, J. Hand, M. Kummert, y B.T. Griffith, en 2008 *Contrasting the capabilities of building energy performance simulation programs* publicada en la revista *Building and Environment*, han destacado la potencia del software *Energy Plus* en comparación con otros programas específicos para la simulación y certificación de las edificaciones. (Crawley et al. 20018)

*Design Builder* se desarrolló para completar la interfaz del motor de cálculo *Energy Plus*, incorporando plantillas formadas por bases de datos técnicos de materiales y cerramientos de acuerdo a sus características específicas y algunas normativas. En general, el programa destaca por ser bastante intuitivo y visual con numerosas oportunidades a la hora de modelar todos los detalles de la edificación objeto de estudio en cada caso para conseguir la mayor similitud posible con la realidad. (aureaconsulting 2015)

Sin embargo, aunque en general tanto el programa *Design Builder* como el *Energy Plus* son considerados como simuladores muy precisos, se presentan una serie de dificultades en los mismos que pueden generar problemas y porcentajes de error en las simulaciones.

El primero de estos problemas surge a la hora de situar el emplazamiento de la vivienda, el programa *Design Builder* tiene bases de datos de una gran cantidad de ciudades pero, en su totalidad, son capitales de provincias y países. Para la realización de la simulación en base a una plantilla con la ubicación y coordenadas exactas en otros lugares, se deben introducir los datos manualmente.

Otro de los problemas del programa se presenta analizando los datos climáticos en base a los archivos epw, ya que dichos archivos no presentan de forma correcta la totalidad de datos en relación con un clima particular. Este problema aparece de forma continuada en numerosos archivos climáticos, incluso los ajenos al *Design Builder*, como se pudo comprobar en el apartado de 'Análisis climático del lugar' de este documento, en el cual, se logró modificar el epw en base a datos climáticos específicos de bases climatológicas gracias al programa *Elements*.

Además de estos dos problemas, el programa *Design Builder* presenta una interfaz relativamente complicada donde se han de introducir numerosos valores para poder llevar a cabo la simulación. Dichos valores han de introducirse cuidadosamente puesto que un mínimo error en un valor afecta de forma importante a los resultados de la simulación, por lo que, para la correcta utilización del software, habrá que comprender todos los datos que demanda el programa.

Por último, cabe destacar que aunque el avance tecnológico en los programas de simulación haya permitido aproximarse a niveles insospechados a la realidad, el *Design Builder* no deja de ser una aproximación a la realidad, cuyas simulaciones sólo podrán ser fiables si existen datos para ser contrastados y que permitan ajustar adecuadamente los parámetros del programa.

Debido a estos problemas y a la incapacidad de contrastar los datos que se pudieran obtener por medio de la simulación con las características reales de la vivienda, se decidió consultar investigaciones ya realizadas que pudieran ofrecer una idea de los márgenes de error de los que dispone el programa. Entre las investigaciones consultadas destaca la realizada por Daniela Victoria Olmos Gormaz en 2013 en su tesis para la Universidad Politécnica de Cataluña *Herramientas y técnicas para la determinación del comportamiento energético en la arquitectura*,

tanto por su actualidad como por la disposición en su comparación de datos de la vivienda elegida como caso de estudio que está construida y monitorizada. (Olmos Gormaz 2013)

En esta tesis se realiza la comparación de una serie de simulaciones de una vivienda, realizadas por medio de diferentes softwares, entre los cuales se encuentra el *Design Builder*, que se comparan, a su vez, con las mediciones obtenidas de la propia vivienda. Los resultados expresan la diferencia de temperatura de las condiciones exteriores e interiores en función de los parámetros de condiciones exteriores, temperaturas interiores, confort ganancias internas y pérdidas por cerramientos, simulados y medidos por separado en las diferentes estancias de la edificación y en diferentes periodos del año. Como resultados la autora obtuvo finalmente, en lo relativo al programa *Design Builder*, una diferencia de  $0,1^{\circ}\text{C}$  entre la simulación y las condiciones climáticas exteriores de la vivienda y una diferencia de  $1^{\circ}\text{C}$  entre la simulación y las condiciones interiores de la vivienda, presentando la simulación valores inferiores a los obtenidos en las mediciones. (Olmos Gormaz 2013)

En base a estos datos, se considera el programa *Design Builder* como un elemento fiable para conocer las características interiores de la vivienda objeto de estudio, siempre teniendo en cuenta que se presentará una diferencia con la realidad en el caso de que la vivienda se llegase a construir, aunque esa diferencia se considera mínima.

Dado a la gran capacidad del software para realizar una gran variedad de estudios en función de las condiciones de las edificaciones, finalmente se decidió simular la vivienda por medio del programa *Design Builder*. Con todo ello, se pretende fijar las bases de partida para la consecución de una vivienda autosuficiente, determinando así el grado de diseño de la vivienda en lo relativo a los parámetros que ofrece la arquitectura bioclimática, puesto que para alcanzar el objetivo fijado sobre la viabilidad de una vivienda unifamiliar autosuficiente energéticamente, se hace necesario un buen diseño bioclimático que aproveche todos los recursos disponibles para poder establecer el máximo confort interior sin ningún tipo de instalaciones activas, disminuyendo consecuentemente los consumos necesarios de calefacción y refrigeración, los cuales suponen el mayor gasto del campo edificatorio español.

## **5.2. DATOS PREVIOS AL ESTUDIO DE LA SIMULACIÓN**

Como base para comprender los resultados obtenidos de la simulación, es importante enfatizar algunos aspectos relativos al programa y a los datos introducidos en el mismo sobre el emplazamiento, el uso y los sistemas constructivos.

En primer lugar, hay que tener en consideración que la versión del programa utilizada presenta una serie de restricciones debido a que se utilizó la versión de evaluación, que permite la prueba gratuita del software durante un mes. Estas restricciones son: delimitación máxima de 50 zonas para la simulación de *EnergyPlus* en cálculos de diseño de calefacción, refrigeración e iluminación natural, la visualización 3D y CFD presentan una marca de agua, la exportación de datos numéricos de los análisis CFD no está habilitada y los datos de *EnergyPlus* IDF son más difíciles de leer debido a las identificaciones numéricas y a la falta de formatos y comentarios. (DesignBuilder 2019)

En lo relativo al emplazamiento, cabe destacar que los datos ofrecidos por los archivos climáticos que presenta por defecto el programa se han considerado incompletos o erróneos en algunos campos. En este aspecto, destacan como elemento que podría variar más notablemente los resultados de la simulación, las condiciones de viento de la zona, modificadas en apartados anteriores para el estudio exhaustivo del clima, donde los datos de la velocidad se mantienen constantes a  $6,5\text{ m/s}$  y los datos de la dirección se mantienen constantes a  $0^{\circ}$ , mientras que los datos reales de velocidad del viento varían entre  $0\text{ m/s}$  y  $4\text{ m/s}$  y la dirección del viento no es constante a lo largo del año. Sin embargo, dada la imposibilidad de establecer los cambios

necesarios en el epw que el software ofrece por defecto por problemas significativos con la nueva versión de prueba del programa, se decide llevar a cabo la simulación igualmente, teniendo presente en todo momento los datos erróneos y contrastando la información con la obtenida en el estudio del clima gracias al programa *Climate Consultant*.

En cuanto a la envolvente de la vivienda, presenta un sistema constructivo de CLT aislado por medio de capas de Fibra de madera en su totalidad: en las fachadas, 18cm de fibra de madera, en la cubierta 28cm y el forjado inferior 10cm. Estos datos fueron introducidos junto con sus características técnicas en el programa [Fig.44], modelando los cerramientos de la forma más exacta posible.

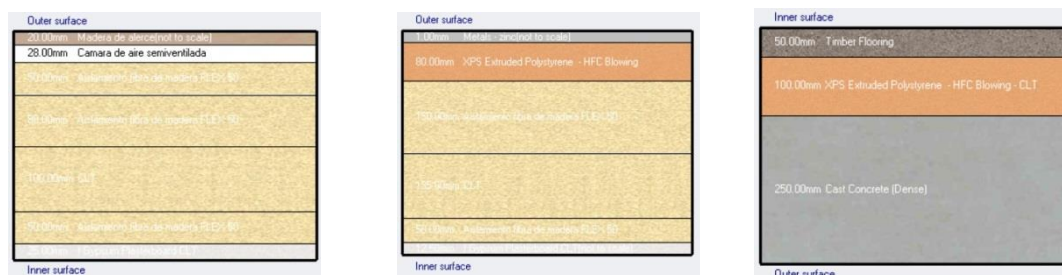


Figura 44: Sistema constructivo envolvente (Fachadas, Cubierta y Forjado). Fuente: Elaboración Propia

Se consideró, debido a la naturaleza de los cerramientos y al planteamiento del sistema constructivo de la vivienda, que las infiltraciones por los cerramientos cumplen con los estándares del PassivHaus con un máximo 0,6 ren/h. Esta consideración se tomó en cuenta por la buena disposición del aislamiento en la envolvente, evitando los puentes térmicos en todo momento, la elección adecuada de las ventanas que presentan buenas características aislantes y el revestimiento interior por medio de placas de yeso tanto en paredes como en techos, material cuyas características de estanqueidad al aire son muy favorables. (Crespo Ruiz de Gauna et al. 2011)

Además, de acuerdo con el estándar PassivHaus, se consideró que el diseño de la vivienda en cuanto a la estanqueidad al aire cumple con la regla del lápiz, evitando la pérdida de continuidad en puntos críticos como ventanas o uniones. Se consideró también que enchufes, puertas, conexiones a la pared u otros elementos críticos se sellarán eficazmente y que se emplearán cintas especiales de hermeticidad donde sean requeridas. (Crespo Ruiz de Gauna et al. 2011)

En cuanto al forjado inferior de la vivienda, se conformaba por medio de una solera de cavities con presencia de ventilación. Esto supone un problema para la simulación en el programa, puesto que no se pudo mantener los cavities como una capa más del cerramiento si se quería que se tuviese en cuenta su aportación al mantenimiento de las condiciones interiores de la vivienda. Por ello, se generó un espacio inferior a la vivienda de 30cm que se dotó de ventilación y se estableció como zona no ocupada [Fig.45]. Además, se intentó que la envolvente de la misma no cambiara las condiciones interiores que se generarían con la envolvente real, por eso, las paredes de la cámara están conformadas de hormigón armado simulando el zuncho perimetral, al igual que el forjado en contacto con el terreno. El forjado superior, que conecta este espacio con el interior de la vivienda, lo compondrá una losa de hormigón armado sobre la cual se coloca el aislamiento y el solado de madera de la vivienda siendo éste el que evita las pérdidas desde la zona ocupada a la no ocupada.



Figura 45: Modelado cámara de aire (cavities). Fuente: Elaboración Propia

En cuanto a la ocupación de la vivienda, se determina que en la edificación vivirán 3 personas y se establecen los datos de actividad en base a este número. Además, se establece un horario de ocupación de la vivienda principalmente en base a un horario laboral de mañanas: de 24:00 a 6:00 existirá una ocupación del 100%; de 7:00 a 15:00 existirá una ocupación del 25%; finalmente de 15:00 a 23:00 existirá una ocupación del 50%. El resto de datos se establecieron en base a plantillas acordes con las exigencias del Código Técnico de la Edificación.

En cuanto a los sistemas de instalaciones, se decidió simular la vivienda sin instalaciones de calefacción o refrigeración para determinar de mejor forma los puntos críticos en cuanto al confort y la temperatura de la vivienda.

El resto de los datos necesarios para poder llevar a cabo la simulación de la vivienda unifamiliar se dispusieron en el programa conforme a los requisitos establecidos por el Código Técnico de la Edificación, por medio de plantillas ofrecidas por Aurea Consulting, distribuidor oficial del software *Design Builder* en España.

Con todo ello, se llevaron a cabo una serie de simulaciones. En una primera simulación se examinó la vivienda sin ningún tipo de instalación activa y evitando la ventilación mecánica con recuperación de calor en pro de una ventilación natural nocturna en base a un horario de 24:00 a 8:00, para comprobar cómo funcionaría la vivienda si la ventilación se realizara de acuerdo con estrategias puramente pasivas. En la segunda simulación realizada, se incluyó la ventilación mecánica, que aconseja el estándar PassivHaus para conseguir edificaciones de consumo casi nulo y que se pretendía desde un primer momento introducir en la misma para así, poder definir realmente las características de temperatura y confort en la vivienda y determinar la necesidad de la misma en cuanto a los parámetros de climatización, tanto de necesidad de calefacción en invierno como de refrigeración en verano.

### **5.3. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE LA PRIMERA SIMULACIÓN**

Para la interpretación de los valores que se obtienen de la vivienda elegida, se consultaron los resultados de las simulaciones en función de los paquetes de datos que genera el programa *Design Builder* por separado (All, Site data, Confort, Internal gains y Fabric and ventilation).

Para llegar a una comprensión total de los problemas que surgen en la vivienda, se dividieron los datos en dos periodos de tiempo, uno de invierno y otro de verano, a partir de los cuales se seleccionaron los meses más perjudiciales para cada parámetro. Seguidamente, se definió la semana más desfavorable y, finalmente, se estudió dicha semana de forma exhaustiva para poder obtener los puntos clave en los que la vivienda necesitará actuación en el momento con las características más perjudiciales de todo el año y así, poder definir las necesidades de climatización en base a dichos valores para garantizar el confort de los habitantes de la vivienda en todo momento.

### 5.3.1. RESULTADOS DEL PERIODO DE INVIERNO

Gracias a los resultados de la simulación se ha podido estudiar las características de la vivienda situada en Oviedo en un periodo de 6 meses de invierno (Octubre-Marzo).

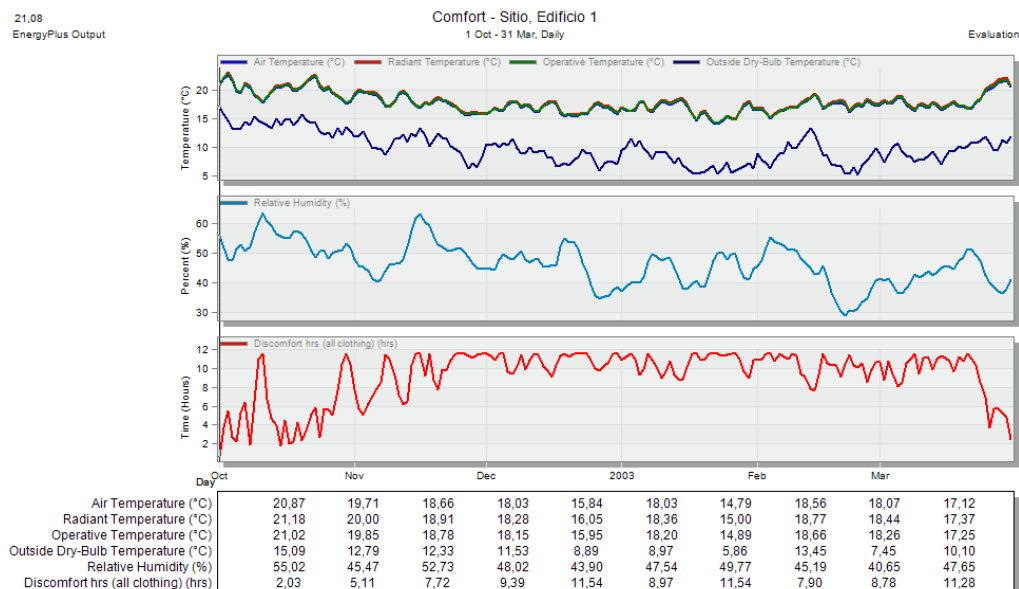


Figura 46. Gráficos de confort de la vivienda en periodo de invierno. Fuente: Programa Design Builder

En lo relativo a las horas de confort de los usuarios, el número de éstas se dispara en los meses más fríos del invierno como son Diciembre y Enero, presentando a lo largo de los seis meses oscilaciones que parten de las 2 h/día hasta las 11,5 h/día.

Los valores de horas no confortables guardan relación con las temperaturas tanto exteriores como interiores en la vivienda, alcanzando sus picos máximos en los meses donde las temperaturas alcanzan sus mínimos. Dichas temperaturas interiores oscilan entre los 14°C en el día más frío de invierno hasta los 23°C en los meses más cálidos del invierno.

Se puede observar, al mismo tiempo, que los valores de las temperaturas al exterior de la vivienda oscilan entre los 5,5°C y los 17°C mientras que la humedad relativa alcanza sus picos máximos en un 65% y sus mínimos en un 29%.

Los valores de horas de discomfort se pueden explicar por medio de la primera y segunda gráfica. Se procederá a realizar el análisis de cada factor por separado para comprender los valores obtenidos de horas de confort en la vivienda.

En cuanto la relación entre la temperatura del aire y la humedad relativa, se puede observar que, exceptuando algunos días puntuales en los meses de Diciembre, Enero y Febrero, la regla general parece ser un porcentaje medio de humedad que oscila entre el 40% y el 60%. Además la temperatura del aire interior se presenta en este periodo entre los 14°C y los 23°C, coincidiendo las más bajas con los porcentajes mínimos de humedad.

En base a estos datos y al gráfico de la derecha, se puede decir que todos los meses donde las

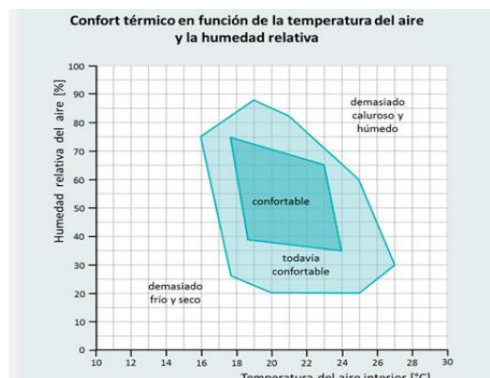
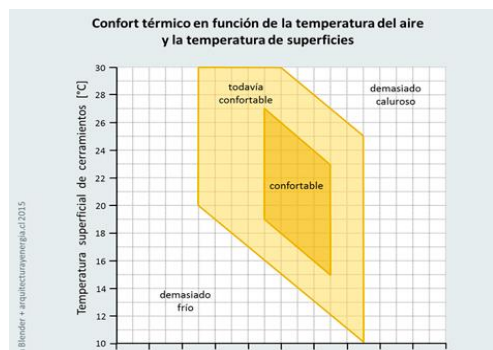


Figura 47: Confort: temperatura y humedad.

Fuente: <http://www.arquitecturayenergia.cl/home/el-confort-termico/>



temperaturas subieran por encima de los 15°C se mantendrían en una zona de confort moderado para el intervalo de valores de humedad que presenta el clima, siendo tan sólo los periodos de tiempo en los que se alcanzan o sobrepasan los 18°C realmente confortables.



**Figura 48:** Confort: temperatura y temperatura radiante. Fuente: <http://www.arquitecturayenergia.cl/home/el-confort-termico/>

En cuanto a la relación entre la temperatura del aire y la temperatura radiante, se puede observar que sus valores oscilan, de forma conjunta, entre 14°C y 23°C de nuevo.

Esto supone que, en los meses donde ambas temperaturas alcancen o superen los 18°C, la sensación de confort aumentará, y no existirá cuando ambas temperaturas se encuentren por debajo.

Por estos valores, las horas no confortables de la vivienda han disminuido notablemente en los resultados obtenidos.

La temperatura operativa está muy relacionada con el confort de los usuarios. Sus valores óptimos según el *Reglamento de Instalaciones Térmicas*, se pueden observar en la imagen inferior, junto con sus márgenes y la velocidad del aire a la que éste se debería encontrar.

Estación	Temperatura operativa (°C)	Humedad relativa (%)	Temperatura operativa	Margen de temperatura operativa (°C)			Velocidad media máxima del aire (m/s)
				A	B	C	
			16,0	± 1,5	± 3,5	± 5,0	0,09
			17,0	± 1,5	± 3,0	± 4,5	0,10
			18,0	± 1,5	± 3,0	± 4,5	0,11
			19,0	± 1,5	± 3,0	± 4,0	0,12
			20,0	± 1,0	± 2,5	± 3,5	0,13
			21,0	± 1,0	± 2,0	± 3,0	0,14
			21,5	± 1,0	± 2,0	± 3,0	0,15
			22,0	± 1,0	± 2,0	± 3,0	0,15
			22,5	± 1,0	± 2,0	± 3,0	0,16
			23,0	± 1,0	± 2,0	± 3,0	0,16
			23,5	± 1,0	± 2,0	± 2,5	0,17
			24,0	± 1,0	± 1,5	± 2,5	0,17
			24,5	± 1,0	± 1,5	± 2,5	0,18
			26,0	± 0,5	± 1,0	± 2,0	0,19

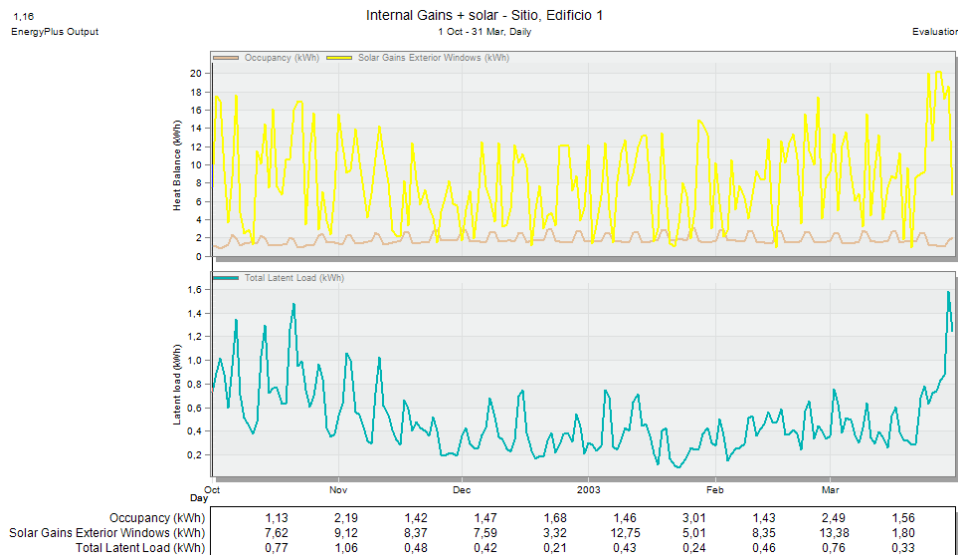
**Figura 49:** Confort: temperatura operativa. Fuente: [https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_17\\_Guia\\_tecnica\\_instalaciones\\_de\\_climatizacion\\_con\\_equipos\\_autonomos\\_5bd3407b.pdf](https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_17_Guia_tecnica_instalaciones_de_climatizacion_con_equipos_autonomos_5bd3407b.pdf)

En base a estos datos y a los resultados obtenidos de la simulación, la temperatura operativa óptima de la vivienda oscilaría entre los 21°C y los 23°C. La temperatura operativa simulada solo se acerca a estos valores en Octubre, principios de Noviembre y finales de Marzo, en los cuales el disconfort debería disminuir notablemente como bien se observa en la gráfica, aumentando por el contrario en el resto de meses cuando los valores se alejan de nuevo de estas cifras.

Por otro lado, se puede observar que en ningún día a lo largo de todo el periodo invernal se sobrepasan las 11,5 horas no confortables, lo que no concuerda excesivamente con los valores de temperatura operativa obtenidos. Esto es debido a la relación entre la humedad relativa y la temperatura del aire explicada anteriormente, que favorece el aumento de número de horas confortables en la vivienda con las temperaturas que se obtienen al interior.

De todos estos datos se puede extraer que las condiciones ambientales de la vivienda, no son excesivamente desfavorables a lo largo del periodo de invierno puesto que, en los meses más desfavorables se consigue reducir las horas de disconfort sin necesidad de ningún tipo de estrategia activa a la mitad de las horas del día.



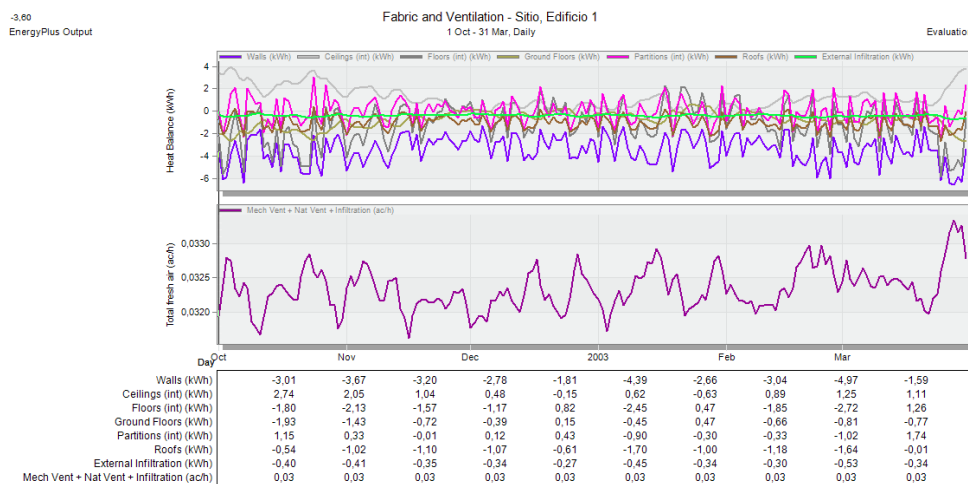


**Figura 50.** Gráficos de ganancias internas de la vivienda en periodo de invierno. Fuente: Programa Design Builder

En otro gráfico de resultados se muestran también las ganancias térmicas debido a la ocupación, iluminación y otros equipos de la vivienda. En el caso de estudio, sólo se tuvieron en cuenta las ganancias solares y las derivadas de la ocupación para evitar valores sobredimensionados debido a que las plantillas de iluminación disponibles en el software son excesivamente genéricas.

Las ganancias derivadas de la ocupación se mantienen constantes diariamente en función del horario de actividad de la vivienda y suponen alrededor del 10% de las ganancias térmicas interiores. Las ganancias térmicas solares suponen casi la totalidad de las ganancias internas y oscilan entre los 0 KWh/día y los 20 KWh/día. En base a estos valores observamos que la vivienda, debido a las características del clima, no presenta ganancias solares muy elevadas en invierno, sobre todo en los meses de Diciembre y Enero.

Al depender la temperatura interior exclusivamente de las ganancias térmicas y del aislamiento de las condiciones interiores, es evidente que, aunque el aislamiento sea adecuado, la falta de confort viene dada en gran medida por la falta de ganancias térmicas solares, coincidiendo los meses con más horas de desconfort con los meses con menos ganancias solares. También se podría considerar la influencia de la orientación de la parcela y la vivienda en la obtención de los resultados, sin embargo dadas las características del emplazamiento y las necesidades de la vivienda, no se considera oportuno un cambio de orientación de la misma.



**Figura 51.** Gráficos de pérdidas de la vivienda en periodo de invierno. Fuente: Programa Design Builder

La envolvente de la vivienda supone un conjunto de elementos importantes para mantener el confort interior, puesto que impiden que el calor conseguido en el ambiente interior de la vivienda se pierda por transmisión hacia el exterior, al mismo tiempo que aíslan los espacios interiores de las condiciones exteriores para poder generar un ambiente confortable.

Los resultados de la simulación de la vivienda muestran que los valores alcanzan un máximo de - 6 KWh/día para la totalidad de la vivienda, debido principalmente a las pérdidas por los muros de la vivienda y por el forjado inferior, lo que puede venir dado por los valores de la ventilación natural ya que parecen coincidir con los puntos de apertura de las ventanas. Por otro lado, los valores obtenidos en las pérdidas por el cerramiento parecen favorables, no existen pérdidas inquietantes que indiquen un balance térmico negativo en la vivienda.

Las pérdidas por la solera también alcanzan estos valores, sin embargo no las tendremos en cuenta puesto que no está en contacto directo con la vivienda sino con la cámara de aire no acondicionada que simula los cavities.

Finalmente, los valores que corresponden a las infiltraciones, que son especialmente alarmantes en la mayoría de los casos, debido a que se han establecido unas pérdidas por infiltraciones en cerramientos de 0,6ren/h al coincidir que la vivienda es considerada hermética, no presentan ningún tipo de pérdidas térmicas en la misma.

### 5.3.2. RESULTADOS DEL PERIODO DE VERANO

Gracias a los resultados de la simulación se ha podido estudiar las características de Oviedo en un periodo de 6 meses de verano (Abril-Septiembre).

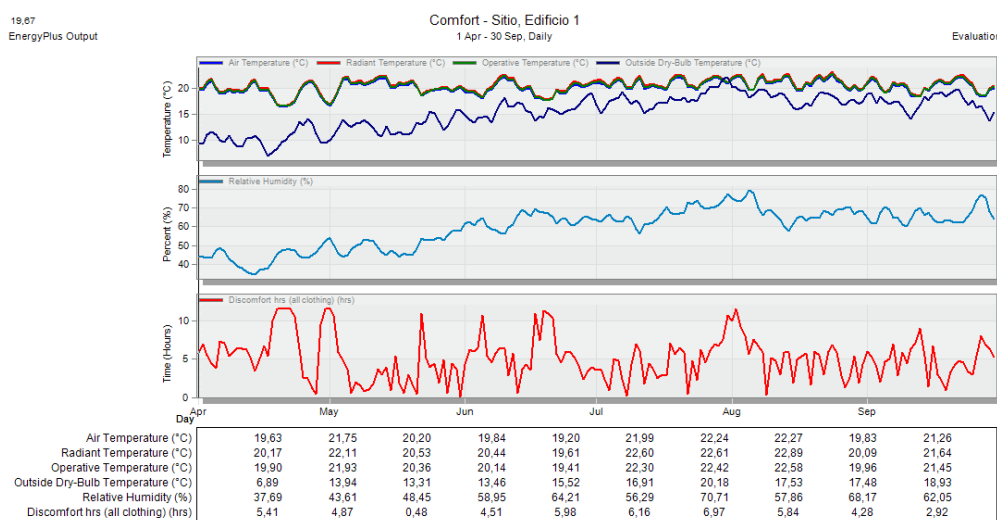


Figura 52. Gráficos de confort de la vivienda en periodo de verano. Fuente: Programa Design Builder

Los resultados sobre el confort de los usuarios de la vivienda a lo largo del periodo de verano ofrecen una mejor visión de cuál es el mes para el que habrá que centrar las estrategias de climatización. Se observa que los valores obtenidos se corresponden, entre otras cosas, con los valores del emplazamiento de temperaturas exteriores y humedad relativa.

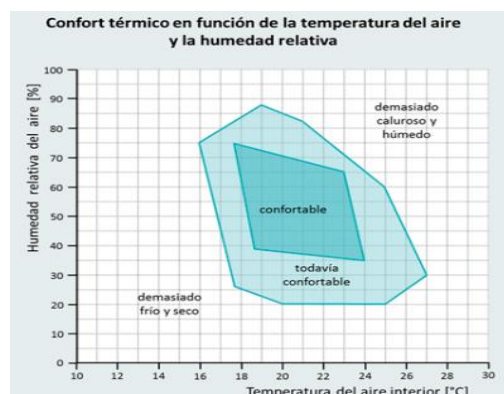
En general, se puede observar que las horas de desconfort del periodo de verano oscilan entre las 0h/día y las 11h/mes. Las horas de desconfort presentan una notable subida en los puntos donde la temperatura exterior disminuye hasta los 6°C como es el caso de algunos días de Abril o donde la humedad relativa alcanza valores muy elevados y la temperatura aumenta notablemente, como es el caso de los meses de Junio, Julio y principios de Agosto.

Para comprender los valores obtenidos en la gráfica de horas de disconfort, se vuelve a llevar a cabo un estudio entre las relaciones de los parámetros, esta vez para el periodo de verano.

En Base al gráfico valores de confort en función de la temperatura del aire y de la humedad relativa, podemos deducir que los valores obtenidos en los resultados son muy variados y no ofrecen continuidad a lo largo de todos los meses de verano. La temperatura del periodo de verano oscila, figuradamente, entre los 16°C y 24°C con una humedad que oscila entre el 35% en los meses más fríos y el 80% en los meses más calurosos.

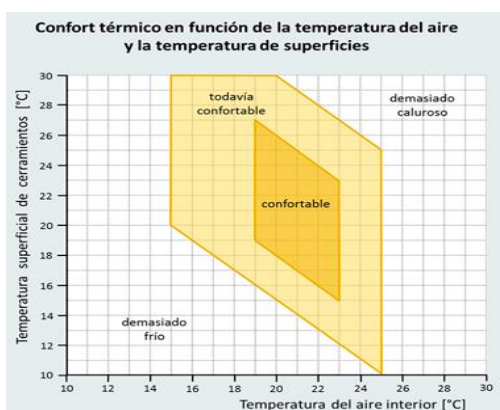
Si se contrastan estos valores con la gráfica de la derecha, se puede observar que el ambiente solo sería confortable en temperaturas comprendidas entre los 18°C y 24°C con un rango de humedad entre el 35% y el 65%.

Al hablar de las temperaturas inferiores a 18°C se determina que, para valores de 17°C se obtendrían periodos de confort con una humedad relativa comprendida entre el 45% y el 80%, con temperaturas de 16°C solo se obtendrían periodos de confort con un 75% de humedad y con temperaturas menores no se obtendría ningún momento de confort.



**Figura 53:** Temperatura y humedad.  
Fuente: <http://www.arquitecturayenergia.cl/home/el-confort-termico/>

Se puede apreciar que, en la simulación, los días donde la temperatura es de 16°C como ocurre en Mayo a un 50% de humedad las horas de disconfort se disparan hasta 11h/día, al mismo tiempo, en días muy calurosos donde se alcanzan los 24°C como ocurre en Agosto con una humedad relativa al 80% también se alcanzan estos valores de horas de disconfort. Por contra, en periodos donde las temperaturas son elevadas y la humedad relativa se mantiene entre el 40% y el 60% se pueden llegar a conseguir hasta 23,5 horas de confort en la vivienda al día.



**Figura 54:** Temperatura y temperatura radiante.  
Fuente: <http://www.arquitecturayenergia.cl/home/el-confort-termico/>

Los valores de confort en función de la temperatura del aire y la temperatura radiante se visualizan en la imagen de la izquierda.

Los resultados de la simulación presentan valores más favorables en este caso, puesto que a partir de los 18°C todo valor entra en la zona de confort. El ambiente interior sólo sería no confortable a finales del mes de Abril y los primeros días de Mayo, donde la temperatura del aire y la radiante alcanzarían los mínimos de 16°C. El resto del verano, la vivienda mantendría un ambiente confortable en lo relativo a estos dos parámetros.

En base a estos datos y a los resultados obtenidos de la simulación, la temperatura operativa óptima de la vivienda oscilaría entre los 23°C y los 25°C. La temperatura operativa simulada se acerca a 23°C en numerosas ocasiones a lo largo de todo el verano y, como se puede apreciar en la gráfica del confort y en su comparación con la Figura 55, tiene notable influencia en las horas no confortables.

De todos estos datos se puede extraer que las condiciones ambientales de la vivienda son bastante favorables a lo largo del periodo de verano, donde no se alcanza un calor excesivo dentro de la vivienda, rondando en numerosas ocasiones la totalidad de horas de confort.

Por otro lado, el mes de Abril que resulta ser el más desfavorable del verano no parece sensato incluirlo en el dicho periodo por las temperaturas obtenidas que, excepto en días puntuales, no sobrepasan los 19°C, sin embargo, cabe destacar que el mes de Abril ya comienza a ser caluroso en la mayoría de provincias españolas, por lo que no se les dará importancia a los datos obtenidos.

Estación	Temperatura operativa (°C)	Humedad relativa (%)	Temperatura operativa	Margen de temperatura operativa (°C)			Velocidad media máxima del aire (m/s)
				A	B	C	
			16,0	± 1,5	± 3,5	± 5,0	0,09
			17,0	± 1,5	± 3,0	± 4,5	0,10
			18,0	± 1,5	± 3,0	± 4,5	0,11
			19,0	± 1,5	± 3,0	± 4,0	0,12
			20,0	± 1,0	± 2,5	± 3,5	0,13
			21,0	± 1,0	± 2,0	± 3,0	0,14
			21,5	± 1,0	± 2,0	± 3,0	0,15
			22,0	± 1,0	± 2,0	± 3,0	0,15
			22,5	± 1,0	± 2,0	± 3,0	0,16
			23,0	± 1,0	± 2,0	± 3,0	0,16
			23,5	± 1,0	± 2,0	± 2,5	0,17
			24,0	± 1,0	± 1,5	± 2,5	0,17
			24,5	± 1,0	± 1,5	± 2,5	0,18
			26,0	± 0,5	± 1,0	± 2,0	0,19

Figura 55: Confort: temperatura operativa. Fuente:

[https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_17\\_Guia\\_tecnica\\_instalaciones\\_de\\_climatizacion\\_con\\_equipos\\_autonomos\\_5bd3407b.pdf](https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_17_Guia_tecnica_instalaciones_de_climatizacion_con_equipos_autonomos_5bd3407b.pdf)

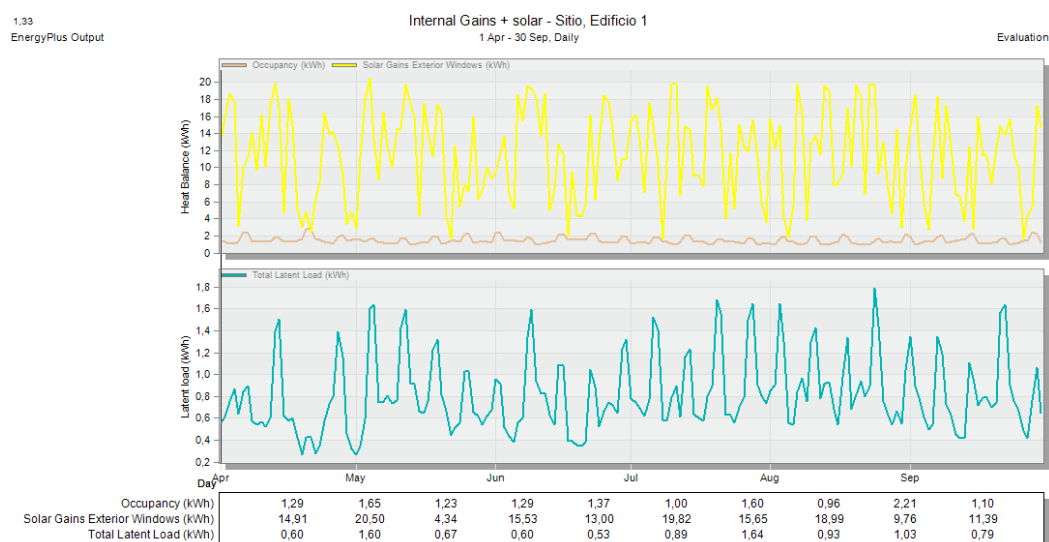


Figura 56. Gráficos de ganancias internas de la vivienda en periodo de verano. Fuente: Programa Design Builder

Las ganancias derivadas de la ocupación se mantienen de nuevo constantes diariamente en función del horario de actividad de la vivienda y suponen alrededor del 10% de las ganancias térmicas interiores.

Las ganancias térmicas solares suponen casi la totalidad de las ganancias internas y oscilan entre los 0 KWh/día y los 20 KWh/día, al igual que en el periodo de invierno. Sin embargo, al contrario que en invierno, alcanzan los valores máximos casi todos los meses, exceptuando de nuevo el mes de Abril.

De nuevo se puede observar que en Oviedo no se presentan importantes ganancias solares, y al depender la temperatura interior exclusivamente de las ganancias térmicas y del aislamiento de las condiciones interiores, en verano no se alcanzan temperaturas tan elevadas como ocurre en otros puntos de España, por lo que el confort es mucho mayor.

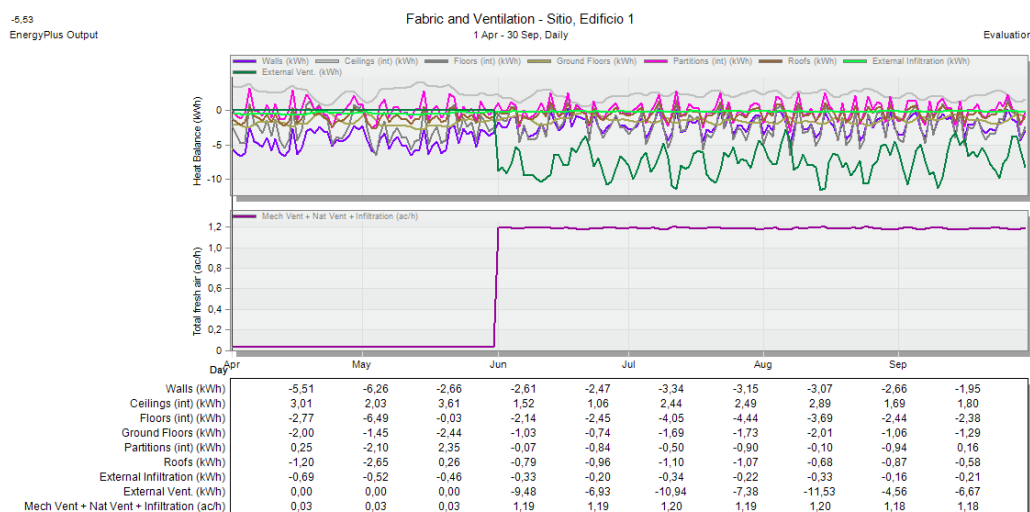


Figura 57. Gráficos de pérdidas de la vivienda en periodo de verano. Fuente: Programa Design Builder

En cuanto a las pérdidas térmicas de la envolvente, se observa que las mayores pérdidas se producen por ventilación en los meses más calurosos, lo que ayuda a la refrigeración en verano. El resto de parámetros presentan valores similares a los del invierno en cuanto a las pérdidas en kWh/h día para la totalidad de la vivienda.

De nuevo, las infiltraciones no suponen apenas pérdidas térmicas en la vivienda debido a la consideración de la hermeticidad de la misma y las pérdidas debidas a la envolvente de la vivienda, no se consideran significantes.

### 5.3.3. ELECCIÓN DE LOS MESES MÁS DEFAVORABLES

Para poder definir cuál será la mayor necesidad de climatización en la vivienda, se ha decidido que lo más acertado supone centrarse en los meses cuyas condiciones climáticas son más adversas en el emplazamiento. Esto significa que una vivienda en la que no se ha delimitado ninguna estrategia constructiva pensada para su ubicación en concreto y el confort de sus habitantes, así como para un mínimo gasto de energía, mantendrá peores condiciones de ambiente interior, de acuerdo con las condiciones del ambiente exterior, lo que supondrá un conjunto de espacios que no resultan agradables para sus propietarios.

Por todo ello, se considera que los meses más representativos de las condiciones interiores más desfavorables, divididos en dos periodos de tiempo, meses de verano y meses de invierno, son aquellos que perjudicarán más las condiciones de la vivienda actual y serán útiles a la hora de definir las estrategias de climatización más adecuadas a los parámetros obtenidos.

En base a los datos estudiados en el apartado anterior se pudo determinar que para el periodo de invierno, las condiciones más desfavorables para la vivienda ocurren en el mes de Enero, del cual se procederá a realizar un estudio de la semana más desfavorable para determinar las necesidades de calefacción.

Por otro lado, después del estudio realizado y tras los resultados obtenidos, se ha llegado a la conclusión de que el periodo de verano no presenta valores tan excesivos o elevados como para tener necesidad de refrigeración en la vivienda. Por ello, no se determinó ningún mes como el más desfavorable ya que ese sería el caso del mes de Abril, el cual no se correspondería con los estándares de calor de los meses de verano sino con los de invierno por lo que no se tiene en cuenta como mes perjudicial de verano.

### 5.3.4. ELECCIÓN DE LA SEMANA DE INVIERNO MÁS DEFAVORABLE

Una reducción de la gran cantidad de datos generada por el *Design Builder* permitirá posteriormente suponer de forma correcta cuáles son los puntos más importantes que se deben de abarcar, de tal forma que, estimando la semana que genera mayores problemas en la vivienda se podrán centrar aún mejor las estrategias de calefacción para la totalidad del invierno.

Así pues, una vez elegido el mes más desfavorable para el periodo de invierno, se propone elegir la semana en la cual las características del ambiente exterior e interior de la vivienda empeoran de forma considerable. Para ello, se llevó a cabo un estudio similar al explicado en apartados anteriores pero, en este caso, para el mes de Enero.

Los resultados obtenidos a partir del estudio determinaron que en Enero, el periodo más desfavorable en base a las temperaturas exteriores, temperaturas radiantes, humedad relativa, temperatura operativa y horas de discomfort, son los días del 17 al 27 de Enero.

Se eligió esta semana debido a que los datos obtenidos en los resultados de la simulación de los meses más desfavorables mostraban un descenso muy alto del confort interior, además, las ganancias interiores de radiación solar presentan algunos de los valores más desfavorables lo que disminuye el calentamiento de la vivienda en el periodo de invierno. Por otro lado, la temperatura interior de la vivienda desciende notablemente lo que indica la necesidad de calefactar las estancias interiores.

#### 5.3.4.1. RESULTADOS DE LA SEMANA MÁS DESFAVORABLE DE INVIERNO

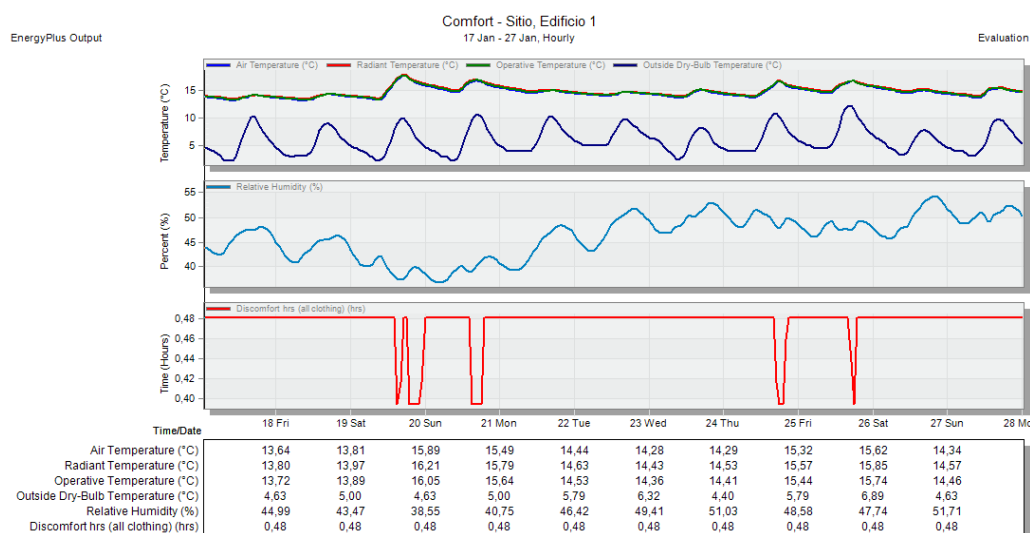


Figura 58. Gráficos de confort de la vivienda en la semana más desfavorable de invierno. Fuente: Programa Design Builder

La falta de confort de los usuarios en estos diez días de Enero oscila entre las 0.4 h y las 0.48h por hora al día, siendo 0,48 el valor general a lo largo de toda la semana y destacando algunos momentos puntuales de los días 19, 20, 25 y 27 donde se alcanzan los mínimos.

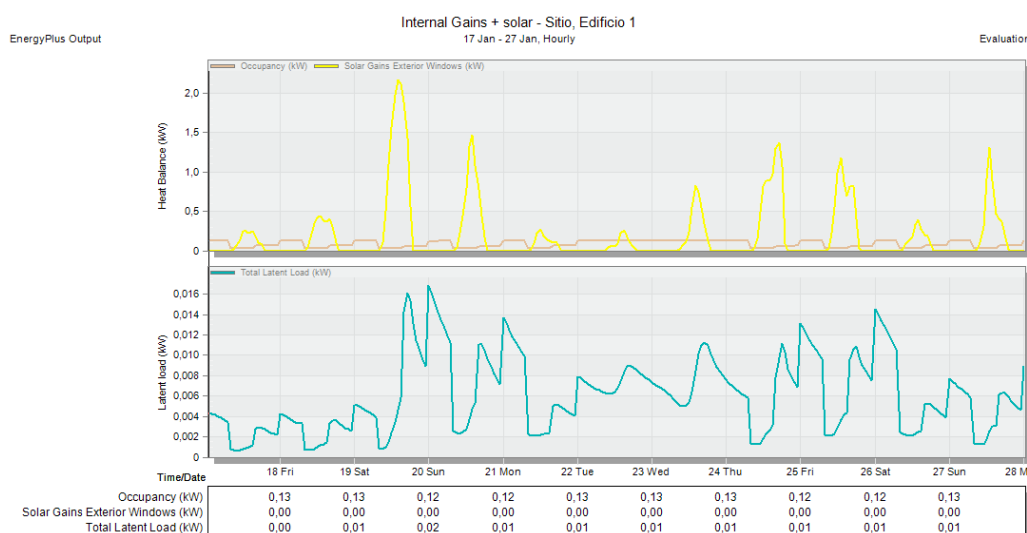
Estos valores mínimos parecen ocasionados en algunos casos por el descenso de la humedad relativa y en otros por el aumento de la temperatura exterior unos cuantos grados por encima de la media general.



En cuanto a la relación entre la temperatura del aire y la humedad relativa, los resultados varían entre los 13°C y los 17°C en la temperatura y el 36% y el 54% de humedad relativa del ambiente. En base a estos resultados y al gráfico mencionado en apartados anteriores que determina el confort térmico en función de la temperatura y humedad, se puede deducir que para el intervalo de temperaturas presentes no existe el confort en la vivienda exceptuando en los momentos en los que las temperaturas rondan los 17°C que, para el intervalo de humedad relativa que muestra la simulación presentaría grados de confort en la vivienda.

La temperatura del aire y la temperatura radiante oscilan a la par, como se muestra en la primera gráfica, entre los 13°C y 17°C. En base a la relación de estas variables y a la gráfica explicada en apartados anteriores que nos muestra el confort en función de las mismas, se deduce que cuando los valores se sitúan iguales o por encima de los 16°C se generan periodos de confort. Sin embargo, el resto del tiempo se presentaría un ambiente demasiado frío.

Finalmente al hablar de temperatura operativa, se observa que los valores oscilan de la misma forma que la temperatura del aire y la temperatura radiante. En invierno, el valor de temperatura óptima se encuentra alrededor de los 21°C, lo que permite entender el descenso de las horas no confortables a medida que las temperaturas se acercan a 17°C aunque éstas sigan siendo elevadas.



**Figura 59.** Gráficos de ganancias internas de la vivienda en la semana más desfavorable de invierno.

Fuente: Programa Design Builder

En cuanto a las ganancias solares internas, los resultados muestran una oscilación de valores entre 0 kW/hora correspondiente al periodo de noche y 2,3 kW/hora correspondiente a los días más favorables al mediodía, donde la radiación solar es mayor debido a las condiciones climáticas del emplazamiento.

Es importante destacar que, aunque algunos días las ganancias alcancen los valores máximos, la regla general de la semana es que los valores rondan entre 0,5 kW/hora y 1kW/hora, correspondientes a días muy nublados o lluviosos, por lo que se puede decir que las ganancias solares no son excesivamente favorables al interior de la vivienda durante esos días.

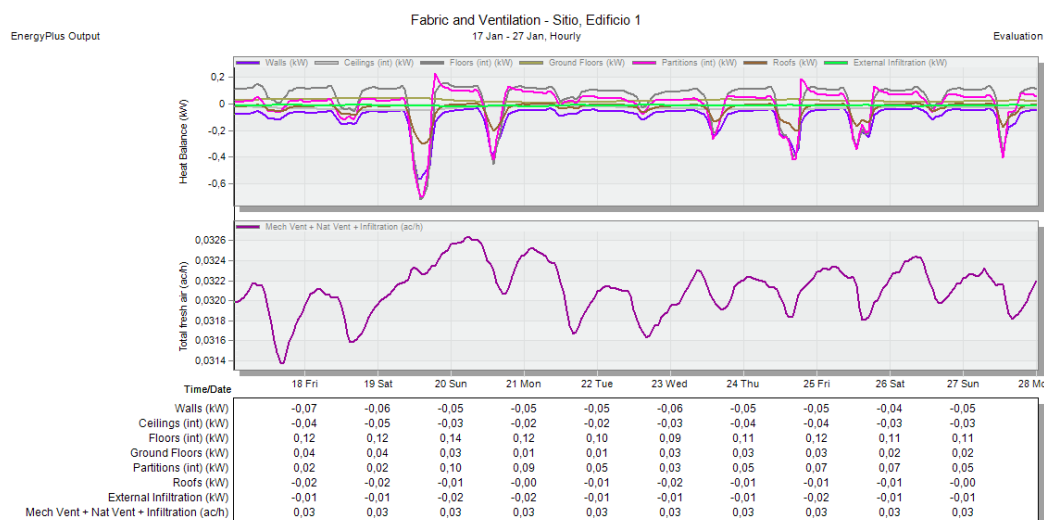


Figura 60. Gráficos de pérdidas de la vivienda en la semana más desfavorable de invierno. Fuente: Programa Design Builder

En cuanto al comportamiento de la envolvente del edificio se presenta con las mismas características estudiadas para la totalidad del año en la vivienda.

Las mayores pérdidas se vuelven a presentar en las paredes y forjado inferior del edificio, alcanzando picos máximos en momentos muy puntuales que parecen coincidir con los picos mínimos de ventilación, los cuales suponen los puntos de arranque de la ventilación natural de la vivienda, por lo que parece que los valores más desfavorables de la gráfica que muestra el balance térmico están influenciados por los valores de la ventilación natural nocturna. Esto parece ocurrir porque el software asimila, en la simulación de la vivienda, que el ambiente interior sufre una caída repentina en los valores de temperatura y en ese punto se requiere modificar el sistema para volver a alcanzar el equilibrio en el balance térmico. Sin embargo, pese a estos puntos de inflexión en los cerramientos, la vivienda presenta unas características muy buenas en la envolvente general de la misma, favoreciendo unas condiciones interiores propias de las viviendas pasivas.

Por otro lado, las infiltraciones continúan manteniéndose controladas gracias al buen comportamiento del revestimiento interior conformado por placas de yeso de los cerramientos, así como el control de los puntos más críticos en encuentros de la envolvente y el correcto sellado de elementos que, en caso contrario, favorecerían infiltraciones no deseadas.

#### 5.4. SIMULACIÓN DE LA VIVIENDA INCORPORANDO VENTILACIÓN MECÁNICA

Para garantizar un mayor confort en el interior de la vivienda y un menor consumo de energía de la misma, se plantea un sistema de ventilación mecánica que controle las renovaciones de aire en el interior de la vivienda y ayude a disminuir la necesidad de calefacción en los meses de invierno mientras controla de manera más eficiente la temperatura en verano.

Para ello, se incorpora en el modelado de la vivienda un sistema genérico de ventilación mecánica con recuperación de calor que ofrece el programa *Design Builder*. Como el estudio previo ha desvelado que en verano se mantienen unas características interiores donde, por las temperaturas obtenidas, no se necesita refrigeración y, al mismo tiempo, para evitar que el funcionamiento del recuperador de calor dote de más temperatura en los meses más calurosos en verano, se ha planteado que el sistema de ventilación mecánica permita el paso del aire exterior de modo directo sin precalentarlo por medio del recuperador de calor, más conocido como *Free-Cooling*. Así pues, se asegura una adecuada renovación del aire interior en invierno,



aumentando la temperatura con la que se ingresa el aire exterior hacia el interior de la vivienda mientras que en verano se asegura una renovación de aire que a su vez garantiza la refrigeración de la vivienda, al ser las temperaturas exteriores menos elevadas que las interiores.

Los resultados ofrecerán una aproximación de las condiciones que mantendría la vivienda planteada con un sistema de este tipo para poder definir la viabilidad de incorporarlo en una vivienda de estas características, sin embargo, no ofrecen valores reales puesto que el elemento planteado por el software no se corresponde con las características exactas de un sistema VMC, aunque se asemejarían considerablemente con lo que se toman por válidas.

#### 5.4.1. RESULTADOS DEL PERIODO DE INVIERNO

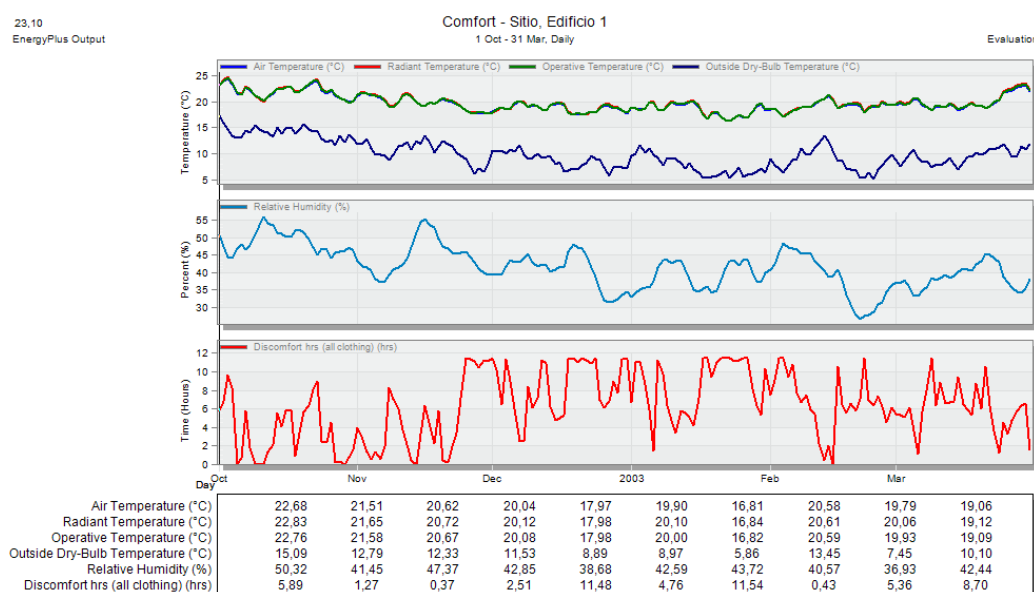
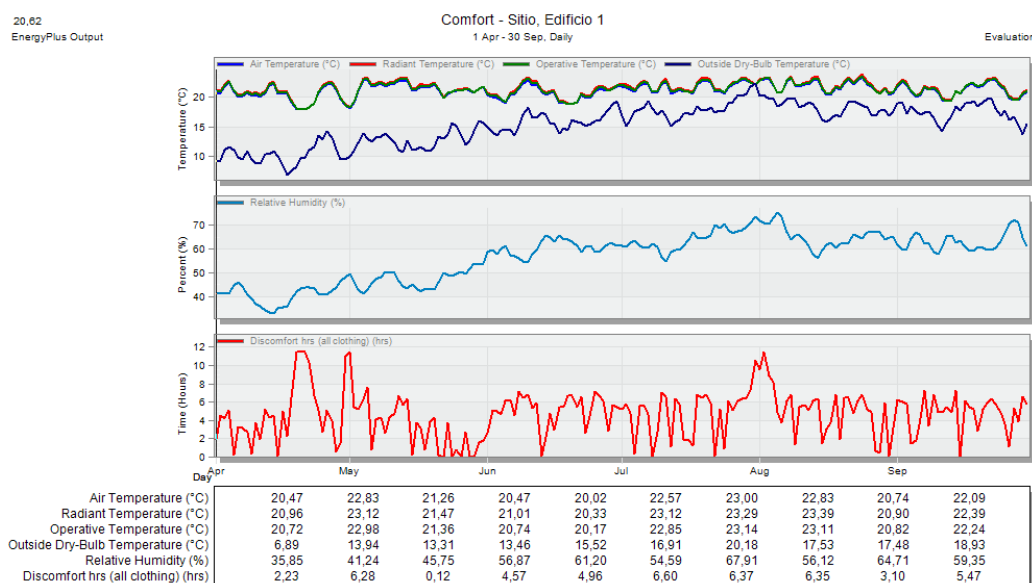


Figura 61. Gráficos de confort de la vivienda con ventilación mecánica en invierno. Fuente: Programa Design Builder

Gracias a la incorporación de un sistema de ventilación mecánica con recuperación de calor se puede observar que las temperaturas interiores de la vivienda, incluida la temperatura operativa, han aumentado aproximadamente 2°C al día en la totalidad de los meses del periodo de invierno.

Consecuentemente y debido a las nuevas relaciones entre la temperatura del aire y la humedad relativa, la temperatura del aire y temperatura radiante y, finalmente, al aumento de la temperatura operativa, se ha producido un cambio considerable en las horas de discomfort que presenta la vivienda en la totalidad de meses. Este cambio se hace realmente notable en los meses más fríos donde, en la simulaciones llevadas a cabo sin presencia de ventilación mecánica las horas de discomfort llegaban a un mínimo de 9 horas/día mientras que la incorporación de la ventilación mecánica disminuyen hasta alcanzar mínimos de 0h/día en Febrero y en los meses más fríos como Enero y Diciembre pueden llegar a alcanzar tan solo 1,5h/día de discomfort.

Los máximos en las horas de discomfort siguen estableciéndose en 11,5h/día, sin embargo, el número de días en los cuales se alcanzan dichos valores han disminuido de forma considerable en relación a los resultados de la simulación llevada a cabo con anterioridad.

**5.4.2. RESULTADOS DEL PERIODO DE VERANO**

**Figura 62.** Gráficos de confort de la vivienda con ventilación mecánica en verano. Fuente: Programa Design Builder

En cuanto a los meses considerados de verano por el software Design Builder, de Abril a Septiembre, la incorporación de ventilación mecánica permite que se mantenga una oscilación de temperaturas interiores entre los 18°C el día más frío y los 24°C el día más caluroso.

Se puede observar que mientras las temperaturas operativas mínimas a lo largo de todo el periodo han aumentado una media de 2°C, las temperaturas operativas máximas se han mantenido entre los 23°C y los 24°C, sin sobrepasar los niveles óptimos generales de temperatura en verano, al igual que ocurría en la gráfica obtenida a partir de la simulación sin presencia de ventilación mecánica. Estos valores se explican gracias al planteamiento del VMC con recuperador de calor y con opción de *Free-cooling*, que permite que las temperaturas más bajas ganen algunos grados para disminuir la necesidad de calefacción mientras que las temperaturas más altas no aumentan debido a la ventilación sin intercambio energético con el aire que se extrae del interior, teniendo el mismo efecto que la ventilación natural pero con un mayor control sobre la misma y favoreciendo la filtración del aire.

Por todo ello, las horas de confort tan solo elevan sus valores en los días más fríos donde ocurre un aumento de la temperatura interior gracias a la VMC mientras que, en los días más cálidos, las horas de confort se mantienen con los mismos valores que si se llevara a cabo una ventilación natural en la vivienda.

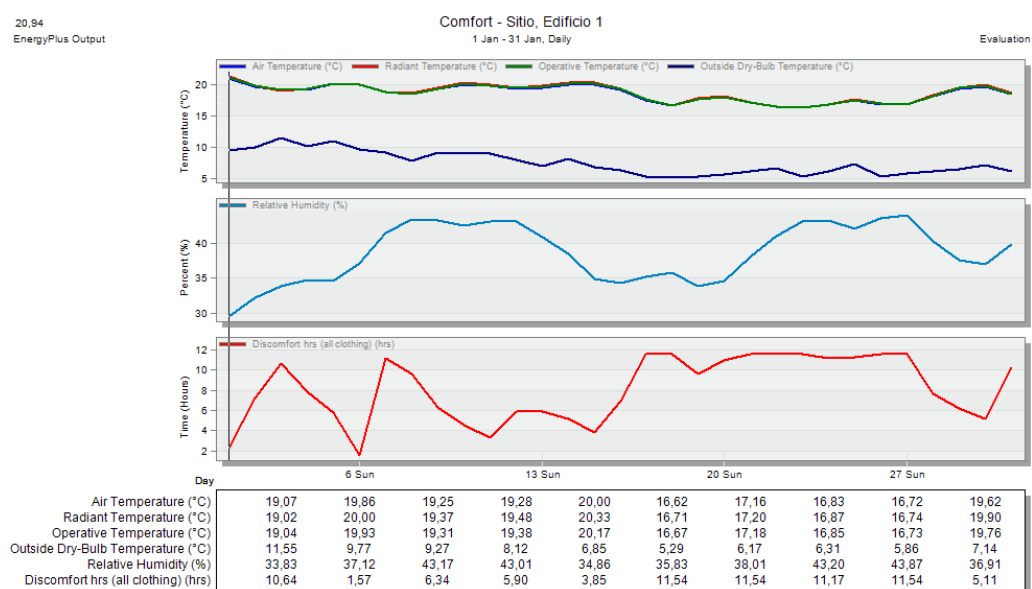
**5.4.3. ELECCIÓN DEL MES MÁS DESFAVORABLE Y COMPARACIÓN DE RESULTADOS**

Como bien se ha presentado en apartados anteriores, las condiciones climáticas en el periodo de verano para la ubicación de Oviedo son muy favorables. Las condiciones climáticas exteriores evitan el excesivo calentamiento de la vivienda, alcanzando fácilmente y sin ningún tipo de refrigeración, el confort de los espacios interiores como se pudo observar en los datos de temperatura y confort que ofreció la simulación realizada sin ningún tipo de instalación activa.

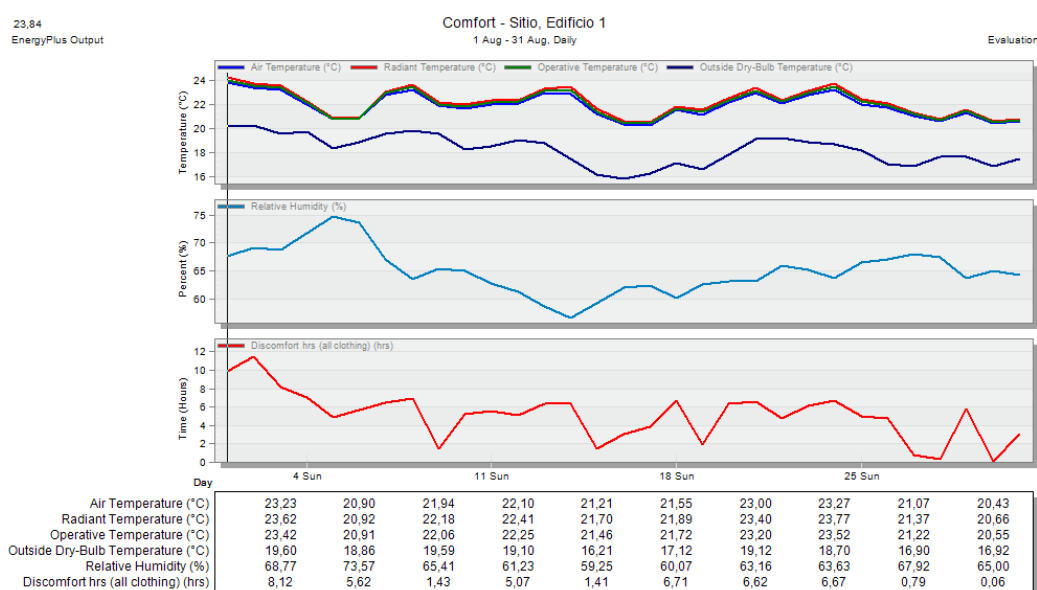
Sin embargo, el periodo que el software *Design Builder* considera verano, presenta meses que se tornan fríos por lo que se puede decir que, incluso en verano, se necesitarán elementos que

permitan calefactar los espacios. Para ello y para conseguir una reducción en el consumo energético de calefacción, se planteó la incorporación de ventilación mecánica pero, al mismo tiempo este tipo de ventilación debería estar pensada para que no se incrementara la temperatura en la vivienda en periodos calurosos, sobre todo con valores tan favorables como los que mantiene la vivienda en verano.

Por ello, se decidió plantear de nuevo un estudio más exhaustivo de los meses más desfavorables de la vivienda tanto en invierno como en verano, Enero y Agosto, como se hizo con el anterior estudio de la vivienda.



**Figura 63.** Gráficos de confort de la vivienda con ventilación mecánica en el mes más desfavorable de invierno. Fuente: Programa Design Builder



**Figura 64.** Gráficos de confort de la vivienda con ventilación mecánica en el mes más desfavorable de verano. Fuente: Programa Design Builder

Tras haber llevado a cabo la simulación de dichos meses, se pudo concluir que en el mes más desfavorable de invierno, gracias a la incorporación de la ventilación mecánica con recuperador de calor se obtienen temperaturas interiores muy elevadas para la media térmica exterior de 7°C, consiguiendo una mínima de 16,5°C en el día más frío, que se corresponde al periodo nocturno.

En cuanto al mes más desfavorable del verano, se pudo observar que las temperaturas al interior de la vivienda, gracias al mecanismo de *Free-cooling*, no varían en comparación con los valores obtenidos en los resultados de la simulación de la vivienda con ventilación natural nocturna. Sigue alcanzando niveles de confort relativamente buenos y las horas de disconfort en el interior de la vivienda han disminuido aunque mínimamente.

Destaca el primer día del mes de Agosto donde la vivienda adquiere una temperatura operativa de 24°C, por lo que las horas de falta de confort en la vivienda se disparan por encima de la media, sin embargo esto es debido a las condiciones exteriores puesto que ese día se eleva notablemente la temperatura exterior. Pese a todo ello, 24°C de temperatura operativa se sigue considerando dentro de la zona de confort ofrecida por el RITE.

Tras este análisis, se decide que en verano seguirá sin ser necesaria la refrigeración en el interior de la vivienda, puesto a que la VMC permite una ventilación similar a la natural para refrigerar de forma gratuita y las condiciones exteriores benefician esta ventilación.

Por contra, para el periodo de invierno, se decide ir un paso más allá y comparar el periodo de tiempo que se tuvo en cuenta como más perjudicial en la primera simulación llevada a cabo, del 17 al 27 de Enero, para definir exhaustivamente el alcance de la VMC con recuperador de calor y las necesidades específicas de calefacción en el momento más frío del año.

#### 5.4.4. RESULTADOS DE LA SEMANA MÁS DESFAVORABLE DE INVIERNO

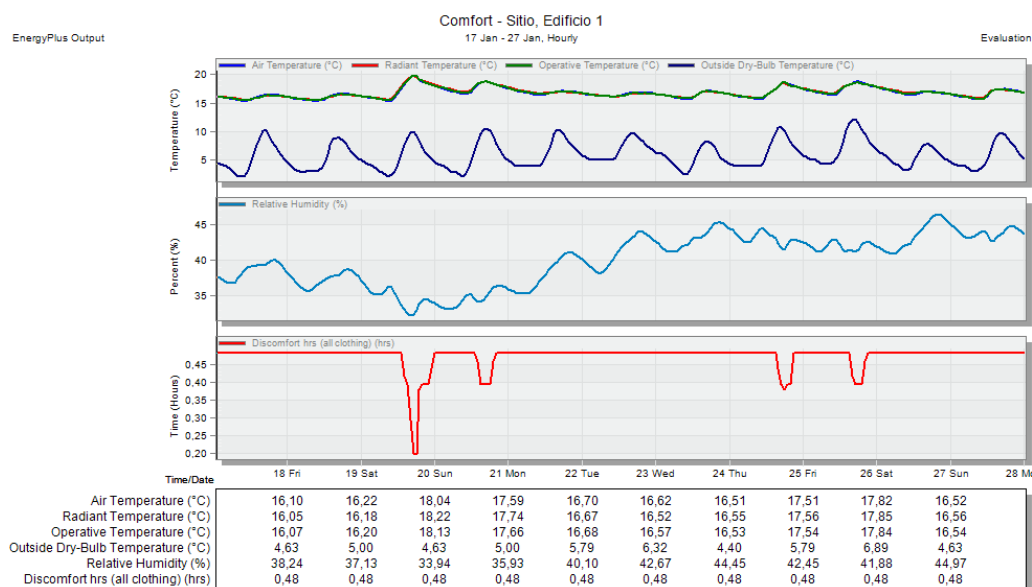


Figura 65. Gráficos de confort de la vivienda con ventilación mecánica en la semana más desfavorable de invierno. Fuente: Programa Design Builder

En cuanto al periodo de tiempo más desfavorable de Enero, del 17 al 27 de dicho mes, gracias a la incorporación de un aparato de ventilación mecánica se ha conseguido elevar las temperaturas interiores de la vivienda desde los 13,5°C hasta los 16°C, llegando en algunos puntos a conseguir unas máximas de 19°C o incluso 20°C el día más favorable en el periodo de mediodía.

En cuanto a las horas de confort, no se ha notado una gran diferencia en el interior de la vivienda, continúan manteniéndose en 0,48h/hora de desconfort al día, exceptuando momentos puntuales a lo largo de este periodo de tiempo donde se alcanzan mínimos de 0,38h/hora hasta 0,2h/hora en contraposición con los mínimos alcanzados de horas de desconfort obtenidos en la simulación llevada a cabo sin plantear ventilación mecánica.

La poca diferencia en los valores de horas de desconfort viene dada debido a que, aunque la temperatura haya aumentado entre 2°C y 2,5°C, aún no se alcanzan los valores óptimos de temperatura operativa necesarios para mantener un confort total en la vivienda. Además, las relaciones entre la temperatura ambiente y la humedad relativa y entre la temperatura radiante y la temperatura operativa tampoco alcanzan valores óptimos para alcanzar un ambiente interior de confort total.

Pese a todo ello, se considera la ventilación mecánica con recuperación de calor una opción muy favorable para conseguir mejores condiciones interiores y reducir el consumo energético en lo relativo a la climatización.

## **5.5. CONCLUSIONES**

Tras la realización de las simulaciones y el estudio de las características de la vivienda, se puede concluir que ésta presenta una serie de características que favorecen la consecución de la autosuficiencia energética de la misma, como ya se preveía en el momento de su elección como objeto de estudio debido a sus características formales y constructivas.

El diseño pasivo de la vivienda se hizo latente en una primera simulación, donde se mostró que las condiciones interiores se tornan favorables a lo largo de todo el año para reducir notablemente la demanda energética de climatización de la vivienda.

Además, al plantearse la incorporación de ventilación mecánica, las condiciones interiores se tornan aún más favorables y permiten un mayor ahorro energético, aunque no sean suficientes para evitar la necesidad de calefacción de los espacios en los periodos más fríos del año, puesto que no se llega a alcanzar la temperatura de confort sin ningún tipo de estrategia de climatización a parte de la incorporación de ventilación mecánica con recuperador de calor. Pese a la necesidad de calefacción en invierno, se puede afirmar que no hay necesidad de refrigeración de la vivienda en el periodo de verano, lo cual supone un punto importante a la hora de plantear el gasto energético de la misma.

Por otro lado, hay que tener en cuenta al mismo tiempo los posibles errores en los parámetros y resultados obtenidos en contraposición con la realidad, puesto que no se ha podido llevar a cabo una monitorización de datos reales de las condiciones exteriores e interiores de la vivienda que permitieran ajustar adecuadamente los parámetros simulados. Consecuentemente, los datos obtenidos no son en su totalidad fiables y este aspecto se ve afectado por los diferentes problemas que se presentaron en el programa como la incapacidad de modificar los archivos epw. Sin embargo, en base al estudio realizado por Daniela Victoria Olmos Gormaz mencionado con anterioridad y al poco margen de error que presenta el programa, se consideran los datos obtenidos como una aproximación bastante fidedigna de la realidad. Además, comparando los resultados de las simulaciones con el análisis previo del clima y de las estrategias pasivas que se podrían llevar a cabo en Oviedo para adaptarse al mismo, realizado por medio del programa *Climate Consultant*, se atisba una similitud en las horas de confort alcanzadas en el interior de la vivienda.

El programa *Climate Consultant* determinaba, por medio de los gráficos psicométricos, que llevando a cabo un diseño pasivo adaptado al clima que consistiría en favorecer la inercia térmica, por ejemplo, con un buen aislamiento y favorecer las ganancias internas por ejemplo con

una buena orientación, se conseguirían reducir una media del 50% de horas de discomfort al día en invierno y casi la totalidad de horas de discomfort en los meses de verano donde las temperaturas fueran muy bajas, puesto que el clima en Oviedo no es un clima cálido.

Por otro lado, al volver a analizar los valores obtenidos en las gráficas de confort para el periodo de verano y de invierno, se puede observar que las horas de discomfort en los meses de invierno suponen una media de 11h al día (poco menos del 50% de horas al día) mientras que, en los días más fríos de verano, los picos más altos de horas de discomfort se encuentra alrededor de las 6h al día (aproximadamente un 20% de horas al día), exceptuando el mes de Abril.

La semejanza entre los datos de invierno, no así los de verano puesto que solo se logró alcanzar un ahorro del 80% y no del 90% como mostraban los resultados en el *Climate Consultant*, determina que por una parte el sistema constructivo y la disposición de la vivienda en la parcela son bastante adecuados para las características del clima de Oviedo y, por otra, conlleva a dar un punto más de fiabilidad a los datos obtenidos por medio de *Design Builder*.

En definitiva, el proyecto de la vivienda objeto de estudio presenta las propiedades idóneas para poder plantear el consumo energético nulo de la misma. Sin embargo, no hay que olvidar que pese a que las condiciones formales y constructivas de la vivienda son favorables, las características climáticas del emplazamiento de la misma tienen una notable influencia sobre los valores de confort alcanzados en los espacios interiores, lo que indica que su comportamiento en una ubicación con condiciones climáticas diferentes podrán variar notablemente los resultados obtenidos beneficiando, en mayor o menor medida, su comportamiento energético.

## **6. PROPUESTAS DE DISEÑO DE INSTALACIONES DE ENERGÍAS RENOVABLES**

Tras un estudio exhaustivo del clima y de la vivienda, se llega a la conclusión de que la vivienda tiene un diseño adecuado para el clima ovetense. El siguiente paso será el abastecimiento energético y de agua y el saneamiento de la vivienda, que se definirá en base a elementos activos de instalaciones de energías renovables para conseguir su autosuficiencia.

La amplia gama actual de instalaciones basadas en energías renovables permite la elección de los sistemas más adecuados para conseguir una máxima eficiencia al menor coste posible, dependiendo del emplazamiento de la vivienda. Así pues, para el abastecimiento energético se puede elegir entre una instalación Solar-Fotovoltaica, una instalación Minieólica o una mezcla de ambas; para abastecimiento calorífico, tanto de agua caliente sanitaria como de calefacción, se puede optar por una instalación Solar-Térmica, una instalación Geotérmica, una instalación de Biomasa o una mezcla de algunas de ellas; para la calefacción y refrigeración de la vivienda se puede optar también por una instalación Geotérmica o una bomba de calor que funcione con energía limpia; en cuanto al abastecimiento de agua se puede optar, entre otros muchos sistemas, a la recogida, almacenamiento y filtración de agua de lluvia o subterráneas y al aprovechamiento de aguas grises; finalmente en cuanto al saneamiento, existe gran variedad de sistemas de recogida y depuración.

### **6.1. ELECCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LAS PROPUESTAS**

Para la elección de los sistemas que permiten el autoabastecimiento de la vivienda objeto de estudio, se llevaron a cabo una serie de comparativas entre las diversas opciones posibles, las cuales se explican a continuación.

Todos los sistemas fueron elegidos en función de su ventajas y desventajas aplicadas al lugar específico donde se utilizarán y basando dicha elección en los estudios del clima y la vivienda llevados a cabo en capítulos anteriores.

Se procede entonces a la justificación de la elección de los sistemas, separándolos en función de las necesidades requeridas en la vivienda.

#### **A- Abastecimiento energético.**

Para conseguir el autoabastecimiento energético de la vivienda objeto de estudio se compararon dos posibles sistemas de energías renovables que pueden generar electricidad para el suministro de energía eléctrica.

En un primer momento se planteó la posibilidad de colocar un generador eólico, el cual aprovecha la energía cinética del aire que atraviesa el rotor que lo conforma para generar la energía eléctrica necesaria. Además, los avances tecnológicos en el campo de la energía eólica permiten implantar soluciones más adaptables a las viviendas unifamiliares, como por ejemplo por medio de instalaciones mini-eólicas, o bien a distintos emplazamientos; a lo que se suma una mayor eficiencia gracias a sistemas que permiten la orientación del generador en función de la dirección del viento o a los nuevos generadores de eje vertical en vez de horizontal. (Brusa y Guarnone 2005)

La consecución de energía eléctrica por medio de un generador eólico depende de varios factores, por un lado de las características atmosféricas del lugar, si no hay movimiento de aire, es decir, si no hay suficiente viento, el generador no adquirirá la energía primaria necesaria para poder abastecer la vivienda mientras que, por otro lado, las características propias del generador eólico le permitirán ser más o menos eficiente en función de factores como la longitud de sus

palas y la altura que presente. Además, la situación geográfica es otro factor condicionante para el correcto funcionamiento del mismo, por ello, se han de ubicar lo más lejos posible de cualquier obstáculo que dificulte la incidencia del viento, siendo necesaria su elevación a más altura si algún obstáculo está presente. (Brusa y Guarnone 2005)

Por lo general, la energía eólica será mucho más eficiente y viable en lugares situados a mayor altitud y próximos al mar o zonas llanas sin obstáculos que impidan la incidencia del viento. En cuanto a generadores pensados para el abastecimiento de las edificaciones, serán más eficientes aquellos situados en edificaciones aisladas y bastante alejadas de las demás viviendas, funcionando mejor si se cumplen además las condiciones adecuadas de altitud y localización. (Sala 2013)

Sopesando los pros y contras que podría aportar un sistema eólico, se descartó su ubicación en la vivienda por varios motivos.

Primeramente y, aunque se trata de una vivienda aislada, la edificación está rodeada de viviendas de dos plantas, una planta más que la que presenta la vivienda objeto de estudio, por lo que la presencia de obstáculos en todas direcciones dificultaría la generación de electricidad. En segundo lugar, aunque se pudiera disponer del aerogenerador elevándolo por medio de una torre en la parcela, la aceptación por las ordenanzas urbanísticas locales sería difícil puesto que la parcela se encuentra en una zona urbana residencial y generaría un importante impacto visual, mientras que si se opta por la colocación en cubierta, la instalación seguiría sin ser viable por las cargas que tendría que asumir la estructura de la edificación, la cual es de CLT y no está pensada para resistir esos sobreesfuerzos.

Finalmente, el punto más importante para la generación eléctrica por medio de un sistema eólico es la presencia de viento y, en Oviedo, como ya se pudo observar en el estudio del clima, la velocidad media del viento es de 2m/s sobrepasando en raras ocasiones los 4m/s. Con estas velocidades de viento no es factible la colocación de un sistema eólico puesto que, en general, la viabilidad de la instalación comienza a partir de los 4m/s de velocidad del viento, alcanzando una producción óptima con vientos alrededor de los 6 o 7 m/s. (Brusa y Guarnone 2005)

Se opta entonces por un sistema de paneles fotovoltaicos, puesto que la cubierta plana de la vivienda permite una fácil instalación de los mismos.

La energía solar fotovoltaica permite la generación de electricidad a partir de la energía recibida del sol (Sala 2013). Para que esto pueda suceder, se necesita un elemento especial, semiconductor y de superficie amplia el cual es, normalmente, una célula de silicio, cuyo funcionamiento implica la transformación de energía del sol en energía eléctrica por medio de un fenómeno físico que ocurre cuando la radiación solar interacciona con los electrones del material. (Prosperi y Minelli 2005)

El uso de una célula de silicio por sí sola no consigue generar la energía que necesitan los aparatos de una vivienda para funcionar, puesto que no consiguen generar los parámetros de tensión y corriente requeridos, además de no mantener las condiciones de seguridad adecuadas. Por ello, se colocan en módulos fotovoltaicos, donde se protegen y por los cuales se logra conseguir una determinada potencia. Posteriormente estos módulos fotovoltaicos se colocarán adecuadamente conformando conjuntos de paneles conectados en serie y/o en paralelo para obtener el voltaje y la intensidad adecuados, en función de la edificación y sus necesidades. (Prosperi y Minelli 2005)

Aunque en ocasiones la colocación de módulos fotovoltaicos en determinados emplazamientos puede ocasionar dudas a la hora de pensar en el autoabastecimiento energético, se eligieron porque sin duda presentan una serie de ventajas que permitirán su correcto funcionamiento, sobre todo en la latitud a la que se encuentra España, la cual dispone de una gran cantidad de energía solar que actualmente se desaprovecha (Sala 2013). Algunas de las características por



las cuales se eligió este sistema en vez de otro tipo de sistema renovable se enumeran a continuación:

- La energía fotovoltaica podrá abastecer la vivienda pese a presencia de obstáculos siempre y cuando éstos no se encuentren completamente a oscuras. Este fenómeno es debido a que la radiación llega a la superficie terrestre tanto en forma directa como difusa, la última de las cuales no incide con un ángulo concreto sino que incide con varios ángulos. Por eso, cuando se está ante la presencia de un obstáculo, éste nunca se encuentra completamente a oscuras y, al ser los módulos fotovoltaicos capaces de funcionar con radiación dispersa, se podrá seguir manteniendo el suministro eléctrico (Prosperi y Minelli 2005; Sala 2013). Sin embargo, si funcionan sólo con este tipo de radiación, se pierde eficiencia y, por ende, no se alcanzaría toda la potencia necesaria para la vivienda, con lo cual habrá que dimensionar el sistema completo de forma adecuada para que cubra la demanda en los días más desfavorables y, en el caso de que aun así no sea suficiente, se habrá de disponer de un sistema de baterías que almacenen la energía sobrante de la vivienda en los días más favorables.
- Como ya se ha dicho, el adecuado dimensionado y diseño de la instalación es absolutamente necesario, lo que implica otra ventaja, puesto que si se realiza de forma correcta, los paneles fotovoltaicos tendrán una vida útil elevada y, además, no necesitarán de excesivo mantenimiento. (Sala 2013)
- Según algunos autores, la energía solar fotovoltaica es una de las pocas que respetan al medio ambiente de forma casi total, ya que no implica molestias de ruidos ni vibraciones y su ubicación, siempre y cuando se integren adecuadamente en la construcción o al lugar, no produce un elevado impacto visual puesto que los módulos son de reducidas dimensiones y permiten gran juego en su colocación. (Prosperi y Minelli 2005)
- Por otro lado, las pérdidas ocasionadas por el transporte de energía son minúsculas, puesto que, en edificaciones, los módulos se suelen colocar muy cerca del lugar de consumo, generalmente en las propias cubiertas de los edificios. (Prosperi y Minelli 2005)
- El impacto de la instalación de energía solar fotovoltaica, aunque existe, es mínimo puesto que algunos elementos de los paneles pueden generarse a partir de elementos electrónicos reciclados y el impacto sobre la vegetación y los animales es casi inexistente, ya que generalmente los módulos se ubican en suelo ya ocupado y no generan molestias de ningún tipo. (Prosperi y Minelli 2005)

A pesar de sus numerosas ventajas, la generación de electricidad por medio de energía solar fotovoltaica se puede ver afectada por la presencia de sombras, como ya se ha explicado anteriormente, por la nieve y el viento y por la mala orientación e inclinación de los módulos. Por ello, hay que prestar gran atención a las características del emplazamiento y a una adecuada colocación de los paneles.

En Oviedo, estas condiciones adversas no son preocupantes puesto que tiene un clima templado en el que rara vez hay presencia de nieve y el viento no alcanza velocidades elevadas. Además, alrededor de la parcela predominan las viviendas unifamiliares y no hay presencia de mucha vegetación, mientras la que hay no es elevada, lo que no producirá sombras importantes sobre los paneles y, finalmente, se elegirá la inclinación y orientación lo más óptimas posible, como se podrá ver en el capítulo de cálculos.

## **B- Climatización-calefacción.**

Tras el análisis de las necesidades de climatización de la vivienda objeto de estudio en el emplazamiento elegido para su ubicación por medio del software *Design Builder*, se llegó a la conclusión de que, aunque la vivienda y el clima característico de la ubicación elegida presentaban en principio, unas características favorables para evitar la necesidad de calefacción en invierno, en algunos momentos de los meses del periodo de invierno las temperaturas

interiores, alcanzando los 13°C y manteniéndose alrededor de los 15°C la mayor parte de tiempo, suponen unas pérdidas de confort considerables.

El Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE) determina que las temperaturas de confort al interior de las viviendas se encuentran entre el rango de los 21°C y los 23°C (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) 2012), siendo lo más común el dimensionado de las instalaciones para la obtención de 21°C, por lo que la necesidad de calefacción es evidente.

Dado que las mayores necesidades de calefacción se relacionaron con la ventilación natural de la vivienda, se plantea desde el primer momento la incorporación de un sistema de ventilación mecánica en la misma para minimizar dichas pérdidas, además, se plantea la ubicación de dicho sistema de ventilación con la incorporación en él de un recuperador de calor.

La vivienda y sus habitantes presentan la necesidad de renovar el aire interior de la misma para mantener las condiciones de salubridad adecuadas. Esta necesidad implica, como se pudo ver en la simulación, unas pérdidas energéticas importantes que, para la consecución de una edificación autosuficiente y eficiente energéticamente hablando, hay que evitar o reducir al mismo.

El sistema de ventilación mecánica con recuperación de calor permite aprovechar las características de temperatura y humedad del aire interior viciado, que se debe de renovar, para mejorar las características del aire exterior que entra a la vivienda, con el que se ha de renovar dicho aire interior. Para evitar que ambos se mezclen, se necesita un aparato que permita este intercambio pero que evite que las corrientes de aire compartan un espacio común. Este aparato es el recuperador de calor, el cual está formado por un conjunto de láminas con entradas y salidas situadas en direcciones opuestas, que evitan el contacto de ambas corrientes y que, a su vez, permiten el intercambio de calor entre el aire exterior y el aire viciado. (IES Estelas de Cantabria [sin fecha])

Por todo ello, se llevó a cabo la simulación de la vivienda con presencia de ventilación mecánica con recuperador de calor y, como se pudo observar, la temperatura interior mínima en los momentos más fríos del año se elevó hasta los 16°C, manteniéndose alrededor de los 18°C la mayor parte del tiempo y llegando a alcanzar y superar los 19°C en numerosos momentos. Así pues, se tomó como válida y necesaria la instalación de un sistema de ventilación mecánica con recuperador de calor ya que, aunque consuma energía, es necesaria para la ventilación de la vivienda y, a mayores, reduce la demanda de calefacción a una necesidad media de aumento de temperatura interior de 2°C.

Sin embargo, aún con la presencia del recuperador de calor, se hace necesaria una instalación de calefacción para otorgar un confort total y mínimo de 20-21°C a los inquilinos de la misma. Como se ha explicado anteriormente, esta necesidad de calefacción es mínima porque la mayor parte del tiempo tan sólo habrá que caldear el ambiente una diferencia de 2°C, por lo que no todo sistema de calefacción será adecuado y eficiente para la vivienda.

Se estudiaron las opciones disponibles entre los sistemas de calefacción que permitirían la autosuficiencia de la vivienda: geotermia, biomasa, electricidad, ACS y, aunque no es considerado en su totalidad un sistema renovable, la aerotermia.

De entre todos esos sistemas, se optó por la instalación de radiadores eléctricos de bajo consumo. Esto fue debido tanto a que las necesidades de calefacción son mínimas durante el periodo de invierno, como a que la electricidad de la vivienda se obtiene de un sistema de paneles fotovoltaicos que aprovechan la energía limpia del sol.

Además, el consumo de los nuevos radiadores eléctricos se está reduciendo notablemente, implementándose los sistemas con el paso del tiempo y suponen una opción de fácil instalación

en una vivienda ya diseñada y sin grandes espacios para el paso de las instalaciones, ya que no requieren más que un enchufe para funcionar.

El resto de instalaciones se descartó por los motivos explicados a continuación:

- Geotermia:

La geotermia aprovecha la temperatura constante del suelo, generalmente con importantes diferencias con respecto a la temperatura atmosférica, estando más frío en verano y más caliente en invierno para generar calefacción o refrigeración por medio de un circuito que permite el paso del agua por el subsuelo.

La Geotermia se puede disponer por medio de una red horizontal de tuberías que se entierran a menos de 5 metros o bien por medio de una red vertical de tuberías formando pozos de entre 30 y 150 metros de profundidad. (Fernández 2017)

Esta fuente de energía también sirve para generar electricidad, pero para ello la temperatura del suelo ha de rondar los 150°C, lo cual no ocurre en numerosas ocasiones, exceptuando en zonas volcánicas y, generalmente tan sólo se alcanzan generalmente unos 4°C de diferencia con el exterior. (Rivas 2019)

Hay que tener en cuenta, que es a partir de los 15 metros cuando el terreno se mantiene a temperatura constante a lo largo del año, por lo que los pozos funcionarán mejor que las instalaciones superficiales y, por otro lado, que para alcanzar 4°C se pueden llegar a tener que excavar hasta los 100 o 150 metros. (Rivas 2019)

Dichas excavaciones son muy caras, por lo que se suele apoyar la geotermia con un sistema de aerotermia que le aporte el resto de energía necesaria, reduciendo con la geotermia el consumo de la bomba de calor. (Fernández 2017)

En el caso de la vivienda objeto de estudio, se pudo observar en el análisis del clima que la temperatura del suelo a 4 metros de profundidad se mantiene alrededor de los 10°C en verano y los 15°C en invierno, por lo que podría ser una ayuda importante.

Sin embargo, la necesidad de calefacción de la vivienda es bastante pequeña mientras que, por otro lado, no se necesita refrigeración y para esas necesidades la geotermia supone un coste muy elevado. Además, la bomba de calor se convierte en una necesidad en la instalación geotérmica en la mayoría de los casos, lo que supondría aún mayor coste y, por otro lado, las bombas de calor obtienen un mayor rendimiento con un funcionamiento continuo y la vivienda no tiene esa necesidad, ya que durante el verano no se conectará la bomba de calor y durante el invierno, con el recuperador de calor no hay necesidad de un sistema de calefacción constante las 24 horas.

- Aerotermia:

Debido a la característica mencionada en el apartado anterior, no se contempla esta opción. Además, la instalación de una bomba de calor requiere más espacio que la de los radiadores eléctricos y la necesidad de conductos para la transmisión de calor, tanto por aire como por agua.

- Biomasa:

La instalación por medio de una estufa, caldera o hidroestufa de biomasa se descartó principalmente por dos motivos. El primero es que, aunque se considera una energía renovable en todos los sentidos, se sigue emitiendo gases de la combustión de los productos de la biomasa, por lo que la vivienda presentaría emisiones de CO<sub>2</sub>, aunque se seguiría considerando una edificación cero-carbono puesto que, según la IDAE, el carbono liberado en la combustión forma parte del proceso atmosférico actual puesto a que es el que absorberían y liberarían las plantas en su crecimiento (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) 2009).

Por otro lado, los sistemas cuya instalación no es dificultosa, como son las estufas y las estufas de aire canalizables, no eran viables en la vivienda puesto que, las primeras tan sólo permiten caldear la estancia en la que se encuentran y, las segundas, tan solo se pueden canalizar, de momento, a dos habitaciones diferenciadas a mayores de aquella en la que se encuentra la estufa, mientras que en la vivienda se necesitaría llevar la canalización a tres habitaciones más aquella en la que se encontraría la estufa. (Cointra 2018)

En cuanto a la caldera o la hidroestufa, se necesitaría un sistema de canalización bien por agua y radiadores o Fan-coils, lo cual implicaría un mayor gasto en instalación.

A todo ello se le suma la necesidad de almacenar el combustible de la caldera y la necesidad de espacio cercano a un elemento exterior de la envolvente para poder evacuar los gases y, en la vivienda, al no haberse planteado una sala de instalaciones, no se dispone de ese espacio, lo que es el factor crucial para rechazar este tipo de sistemas.

- Paneles solares térmicos:

Los paneles solares térmicos se descartaron para cubrir las necesidades de calefacción pero no para cubrir las necesidades de agua caliente sanitaria, puesto que son un sistema renovable, que junto con la instalación fotovoltaica aprovecha un recurso, como es el sol, muy abundante en España.

Se descartó su uso para abastecimiento de calefacción, primeramente porque se necesitaría más potencia cuando menos efectividad tienen los paneles, en invierno, por lo que el número de paneles aumentaría considerablemente y, en relación con ello, por la falta de espacio en cubierta para la colocación de los paneles solares térmicos necesarios junto con los paneles fotovoltaicos, poniendo preferencia en los módulos fotovoltaicos, ya que con el consumo eléctrico de los radiadores de bajo consumo, tan sólo hubo que aumentar 2 módulos.

## C- Climatización-refrigeración.

Tras el análisis de las necesidades de climatización de la vivienda objeto de estudio en el emplazamiento elegido para su ubicación por medio del software *Design Builder*, se pudo determinar que las características térmicas de la misma en época de verano, cuando se alcanzan las máximas temperaturas exteriores en Oviedo, eran realmente favorables para evitar la necesidad de una instalación activa de refrigeración.

La temperatura interior de la vivienda alcanza un máximo de 24°C en las horas más desfavorables de los meses más calurosos. Esta temperatura, en principio, entra dentro de los rangos de confort que ofrece el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE), los cuales se establecen entre los 23°C y 25°C (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) 2012). Sin embargo, al realizar la simulación por medio de *Design Builder*, se pudo observar que el mayor número de horas de confort en el interior de la vivienda se alcanzaban cuando la temperatura se acercaba a los 23°C.

Por ello, frente a la ineficiencia y el elevado consumo y gasto económico que supondría la ubicación de una instalación de refrigeración de la vivienda, puesto a que, en las pocas ocasiones se sobrepasan los 23°C tan sólo se llega a una temperatura de 24°C, se plantea aprovechar la ventilación mecánica de la vivienda, necesaria como ya se ha explicado para mejorar la demanda de calefacción de la misma, por medio de un sistema de *Free-cooling* que evita el paso del aire exterior por el recuperador de calor.

Gracias a este sistema, se consigue refrigerar la vivienda de forma natural, sin necesidad de generar un gasto de energía para enfriar tan sólo 1°C la temperatura interior y, por otro lado, como ya se ha visto en la simulación, consigue una importante reducción de las horas de discomfort en la misma, minimizando las horas de discomfort a un periodo de tiempo asimilable

que no influirá negativamente en la vida de sus inquilinos. Así pues, para la elección del sistema de ventilación mecánica se valorará en todo momento la presencia de un by-pass en el aparato de ventilación que permita el sistema *Free-cooling*, suprimiendo así la necesidad de presencia de aire acondicionado.

#### **D- Abastecimiento de agua:**

Para que la vivienda pueda considerarse autosuficiente en todos los sentidos, se plantea su desconexión de la red de abastecimiento de agua fría para comprobar la viabilidad de una vivienda totalmente desconectada de las redes generales presentes en las ciudades. Con ello, se pretende sentar un punto de partida para el abastecimiento de agua en lugares donde resulta imposible las conexiones a dichas redes.

Para ello, se plantea la recogida y depuración de las aguas pluviales, con las cuales se abastecerá a la vivienda.

Se plantea un sistema de recogida de aguas pluviales frente al abastecimiento de la vivienda por medio de un pozo debido a que la parcela no dispone actualmente de un pozo ni se ha podido acceder a ningún estudio que explique las características del subsuelo y nivel freático, las cuales se han de concretar por medio de un técnico especializado. Frente a esta falta de información, se opta por la única opción restante posible puesto que el *Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas* prohíbe expresamente la reutilización de otro tipo de agua para el consumo humano. En ocasiones extremas, se podría proceder a utilizar agua de mar por medio de un proceso de depuración y desalinización, pero la ubicación es en el interior de Asturias, por lo que no hay costa.

La pluviometría presente en Oviedo, en base a los datos recogidos por AEMET durante los años comprendidos entre 1981 y 2010, se presenta favorable para el abastecimiento de agua de la vivienda (Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). Gobierno de España 2010). Sin embargo, la superficie de la cubierta por sí sola, es insuficiente para abastecer la totalidad de la vivienda, por ello, aprovechando la necesidad de pavimentación de la parcela para el acceso a la vivienda, se determina también esa superficie para la recogida de aguas.

Para poder utilizar la superficie pavimentada de la parcela, como se explica en el capítulo de cálculos de las instalaciones, se hace necesario evitar cualquier contacto con contaminantes ajenos a los pocos que pueda arrastrar la lluvia, como por ejemplo, los derivados de los coches si se aparcan encima. Por ello, se determina que los espacios pavimentados son únicamente para paso peatonal, delimitando una zona especial, definida en los planos, para concentrar todas las actividades que puedan dar como resultado una mayor contaminación del agua de lluvia.

Además, para reducir el consumo de agua, se plantea la presencia de aparatos interiores de bajo consumo de agua en la totalidad de la vivienda, como se explica en el apartado de cálculo de las instalaciones.

Así pues, tanto la situación geográfica como las nuevas características especiales implantadas en la parcela, favorecen notablemente el uso del agua de lluvia previo proceso de depuración, el cual será explicado en el capítulo de cálculos de las instalaciones.

La justificación de la propuesta, se fortalece con el marco normativo aplicable donde debido a las características de la instalación de abastecimiento de agua, la instalación propuesta y otras muchas, dado a los requisitos exigibles por la legislación, no necesita adscribirse al *RD 140/2003*, por el cual se regula la calidad del agua para consumo humano, uno de los aspectos más complejos para el consumidor final, debido a su complejidad técnica. Sin embargo, se plantea igualmente las necesidades de depuración para la obtención de agua totalmente potable, con las calidades que dicho Real Decreto regula, aunque para conocer los datos exactos se

debería llevar un análisis del agua de lluvia en el emplazamiento y otro del agua una vez depurada, lo cual no es posible puesto que la instalación no está realizada. Por ello se plantea la depuración de forma teórica intentando introducir todos los medios necesarios para permitir el consumo del agua sin riesgo.

En un primer momento, derivado de la necesidad de ahorro de agua y previa duda de si realmente se podría abastecer la totalidad de la vivienda, se planteó un sistema de recuperación de aguas grises para su reutilización en riego e inodoro. Sin embargo, dado que la recogida de aguas pluviales permite el abastecimiento total de la vivienda y tan solo hay un inodoro en la misma, no parece viable el costo que supone a mayores ésta instalación. Además, la depuración de las aguas negras de la vivienda permite su reutilización para riego, por lo que se hace aún más inviable la presencia de las tres redes separativas. Por todo ello, se toma como solución la única contribución del agua de lluvia para el abastecimiento de la vivienda, reduciendo con ello, numerosos costes.

### **E- Abastecimiento de A.C.S.:**

Para la consecución de agua caliente sanitaria en la vivienda, se opta por un sistema basado en colectores solares térmicos, mientras que las demás opciones disponibles se han descartado por los mismos motivos por los que se descartaron para la instalación de calefacción, puesto que las opciones disponibles para generar agua caliente sanitaria son las mismas.

Un sistema solar térmico consiste en la absorción de energía solar para convertirla en energía calorífica que permite calentar el agua de la vivienda. La absorción de energía se realiza por medio de un conjunto de colectores solares, que pueden tener diversas formas, conectados entre sí, aunque el más común es el colector solar plano, el cual está compuesto por una caja cubierta con vidrio en cuyo interior, generalmente de color negro, se ubica un serpentín con un fluido caloportador. El colector actúa como un invernadero y así, el fluido que circula por su interior se calienta continuamente a su paso y posteriormente, gracias a un interacumulador o a un intercambiador externo, ese calor se cederá al agua de la vivienda. (Prosperi & Minelli, 2004)

Conociendo el funcionamiento de los sistemas solares térmicos, se opta por los mismos debido a una serie de alicientes y beneficios, que permitieron advertir su potencial.

En primer lugar, la energía solar térmica está experimentando un gran desarrollo desde la modificación del Código Técnico de la Edificación en 2006, donde se exige el uso de energía solar para abastecimiento de ACS en las nuevas edificaciones, aunque puede ser sustituido por otro tipo de energías renovables (Madridsolar 2006). Esta exigencia del CTE DB-HE supuso un punto a favor en la elección de la estrategia a seguir, aunque la vivienda, menor a 50m<sup>2</sup>, no ha de cumplir las exigencias de éste documento.

Gracias a esta modificación en la normativa de la edificación, la energía solar experimentó un elevado desarrollo desde entonces, por lo que actualmente se comercializan sistemas mucho más eficientes. Además, España es el país con mayor potencial en generar energía a partir del sol de toda Europa y, pese a ello, muchos países del norte de Europa confían en mayor medida en estos sistemas, apostando por ellos en gran cantidad de sus edificaciones, mientras que en España aún no se confía del todo en los mismos (Madridsolar 2006). Por ello, con la elección se pretende también romper una lanza en favor de la energía solar térmica.

Entre las mayores ventajas de este sistema, se encuentra la facilidad de ubicación del mismo, puesto que se colocan por medio de unión de módulos de reducidas dimensiones. Además, poseen una larga vida útil y el mantenimiento de la instalación es reducido, de una vez al año, llegando a poder aportar hasta el 100% del agua caliente necesaria y amortizándose en pocos años. (Madridsolar 2006)

A todo ello se le suma las ventajas propias de las energías renovables: no es contaminante y en cuanto a su fabricación, se pueden usar materiales reciclados; se produce en el mismo punto de consumo por lo que se reducen las pérdidas por transporte de energía; se reduce la dependencia de otras fuentes de energía no renovables y aporta mayor valor económico a la vivienda, entre otros. (Tecgal 2019)

Además, se valoraron aspectos como la no necesidad de un gran espacio adicional para su instalación, puesto que se suelen colocar en las cubiertas de las edificaciones. Éste aspecto es importante en la vivienda objeto de estudio por la ubicación conjunta de varias tecnologías distintas en la misma y, además, el desarrollo de los interacumuladores, que permiten el intercambio de energía en el mismo espacio que se ocupa para la acumulación del agua caliente, reducen mucho el espacio requerido para los equipos propios de la instalación, por lo que supuso la opción más conveniente debido a la poca necesidad de agua caliente de la vivienda, ya que sólo tiene una ocupación de 3 personas.

Por todo lo anteriormente mencionado, se decide que la opción de instalar un sistema de paneles solares térmicos en la vivienda es la opción más adecuada, aunque ello implique la incorporación de otra tecnología a mayores de las ya planteadas en apartados anteriores en la misma.

#### **F- Saneamiento:**

El sistema de saneamiento de la vivienda se plantea desde la necesidad de evitar la cesión de las aguas residuales de la misma al alcantarillado urbano para, así, lograr su autosuficiencia total. Se opta así por un sistema enterrado de recogida de aguas grises y negras de la vivienda, no siendo necesaria la reutilización de aguas grises en el inodoro puesto que con la recolección de aguas pluviales se cubre de forma adecuada la demanda total de la vivienda.

La elección del sistema de saneamiento se debatió entre dos opciones. En primera instancia se planteó un sistema de almacenamiento y depuración por filtro biológico y, en segunda instancia, se planteó un sistema de almacenamiento y depuración por medio del mecanismo de oxidación total. Finalmente, se valoró de forma más adecuada el sistema de almacenamiento y depuración por oxidación total ya que presentaba una serie de ventajas sobre la depuración de filtro biológico, entre las cuales se encuentra el aprovechamiento del agua para el riego del jardín evitando el uso de agua de lluvia y, por otro lado, sus desventajas respecto al mismo no eran excesivamente relevantes. Ambos procesos se explican detalladamente en el apartado de cálculo del sistema de saneamiento, junto con sus respectivas ventajas y desventajas y la justificación de la elección.

### **6.2. DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE LA VIVIENDA**

El diseño y cálculo de las instalaciones se realiza teniendo en cuenta la normativa vigente:

- El Código Técnico de la Edificación y Documentos Básicos, exceptuando el DB HE1 Limitación de la Demanda Energética, que no es de aplicación en la vivienda al tener una superficie útil menor a 50m<sup>2</sup>.
- El Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

### 6.2.1. SISTEMA DE VENTILACIÓN DE LA VIVIENDA

Como se ha explicado con anterioridad en el documento, una de las características más importantes a la hora de mantener unas condiciones interiores adecuadas y reducir el consumo energético de la vivienda, es el diseño adecuado de un sistema de ventilación.

Las mayores pérdidas de una vivienda, se producen primeramente por un mal diseño de la envolvente y, en segundo lugar por una ventilación incontrolada de la misma, como bien se pudo observar en las simulaciones realizadas por medio del programa *Design Builder* (Plataforma Edificación Passivhaus 2019).

Las superficies y datos de las estancias a acondicionar de la vivienda se detallan en la tabla a continuación [Tabla.5].

PLANTA	ESTANCIA	SUPERFICIE ÚTIL m <sup>2</sup>	SUPERFICIE CONSTRUIDA m <sup>2</sup>	ALTURA LIBRE ESTANCIA m
Planta Baja	Recibidor	0,75		2,5
	Salón-Comedor	12,9		2,5
	Cocina	5,72		2,5
	Dormitorio A	9,19		2,5
	Baño	2,57		2,5
	Dormitorio B	6,87		2,5
	Distribuidor	1,36		2,5
TOTAL VIVIENDA		39,36	49,92	2,5

Tabla 5. Superficies de la vivienda. Fuente: Elaboración propia.

Se ha previsto un sistema de ventilación mecánica de doble flujo con recuperador de calor, compuesto por dos conductos de conexión con el exterior, uno que permite la entrada de aire y otro que permite su salida, un aparato de ventilación que incorpora un recuperador de calor entálpico y una red de conductos flexibles de impulsión y expulsión de aire, dispuestos en estrella, que lo distribuyen a cada estancia.

Para evitar ningún tipo de pérdida en la vivienda y, debido a que la misma presentará ocupación a lo largo de todo el año, se prevé que el funcionamiento del sistema de ventilación mecánica funcionará durante las 24 horas del día, para mantener la vivienda en condiciones adecuadas de ventilación en cualquier momento.

El cálculo de la demanda de ventilación se lleva a cabo a partir de los datos recogidos en el CTE DB-HS3, donde se determinan los valores mínimos de ventilación en función de los dormitorios que presente la vivienda, explicados en la imagen inferior [Fig.66].

Tipo de vivienda	Caudal mínimo $q_v$ en l/s				
	Locales secos <sup>(1) (2)</sup>			Locales húmedos <sup>(2)</sup>	
	Dormitorio principal	Resto de dormitorios	Salas de estar y comedores <sup>(3)</sup>	Mínimo en total	Mínimo por local
0 ó 1 dormitorios	8	-	6	12	6
2 dormitorios	8	4	8	24	7
3 ó mas dormitorios	8	4	10	33	8

(1) En los locales secos de las viviendas destinados a varios usos se considera el caudal correspondiente al uso para el que resulte un caudal mayor

(2) Cuando en un mismo local se den usos de local seco y húmedo, cada zona debe dotarse de su caudal correspondiente

(3) Otros locales pertenecientes a la vivienda con usos similares (salas de juego, despachos, etc.)

Figura 66. Caudal mínimo de ventilación. Fuente: CTE HS3.



Con estos valores se determina el caudal interior de impulsión, para la totalidad de estancias consideradas secas de la vivienda (exceptuando el recibidor y el distribuidor) y, de extracción, para la totalidad de estancias consideradas húmedas de la vivienda [Tabla 6].

Estancia	Volumen m <sup>3</sup>	Admisión		Extracción		
		Caudal l/s	Caudal m <sup>3</sup> /h	Caudal l/s	Mínimo total	Caudal m <sup>3</sup> /h
Recibidor	1,875	Paso	Paso	-		
Salón-Comedor	32,25	8	28,8	-		
Cocina	14,3	-	-	7		
Dormitorio A	22,975	8	28,8	-	24 > 14	86,4
Baño	6,425	-	-	7		
Dormitorio B	17,175	4	14,4	-		
Distribuidor	3,4	Paso	Paso	-		
<b>TOTAL</b>	<b>98,4</b>	<b>20</b>	<b>72</b>		<b>24</b>	<b>86,4</b>
Desequilibrio		-	-		4	14,4

**Tabla 6.** Caudales de Admisión y Extracción de la vivienda. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla superior, debido a los valores mínimos exigidos por el CTE, los m<sup>3</sup>/h que se extraen en la vivienda son superiores al caudal que se inyecta a la misma. Esto originaría una variación de presiones en el ambiente interior de la vivienda, por lo que se procede a equilibrar el sistema [Tabla 7].

Estancia	Admisión			Extracción		
	Caudal l/s	Caudal m <sup>3</sup> /h	Caudal l/s	Caudal m <sup>3</sup> /h	Mínimo total l/s	Caudal m <sup>3</sup> /h
Recibidor		Paso	Paso			
Salón-Comedor	32,25	8+4	43,2			
Cocina	14,3			7		43,2
Dormitorio A	22,975	8	28,8		24	
Baño	6,425			7		43,2
Dormitorio B	17,175	4	14,4			
Distribuidor		Paso	Paso			
<b>TOTAL</b>		<b>86,4</b>				<b>86,4</b>

**Tabla 7.** Equilibrio de caudales de extracción y admisión. Fuente: Elaboración propia.

Con estos caudales, se puede calcular el número de renovaciones por hora que necesita la vivienda por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Renovación/hora} = \frac{Q}{V}$$

Donde Q es el caudal en m<sup>3</sup>/h y V el volumen en m<sup>3</sup>

Así pues, gracias a la disposición de ventilación mecánica en base a los valores del CTE la vivienda mantendrá 0,93 renovaciones de aire por hora.

Para satisfacer la totalidad de exigencias del CTE, se equipa la cocina con una campana extractora de que asegura la extracción mínima de 50l/s y cuyos valores se pueden comprobar en su ficha técnica adjuntada en el apartado de 'Anexos: Sistema de ventilación'.

Una vez determinados los caudales necesarios se procede a dimensionar los conductos encargados de transportar el aire. Para ello, se tienen en cuenta las velocidades máximas, a partir de las cuales la circulación del aire generaría incomodidad acústica (de Isidro Gordejuela et al. 2012; Alonso González Lezcano et al. 2013): Velocidad máxima 4m/s en conductos principales, 3m/s en ramificaciones de admisión y 3,5m/s en ramificaciones de extracción.

La velocidad elegida inicialmente para el tanteo de los diámetros de los conductos es 2,5m/s, a partir de la cual se especificó la sección del conducto, se normalizó y se calculó la velocidad real de circulación del aire, comprobando si son inferiores a los valores anteriormente citados. Para calcular las secciones del conducto se utilizan las fórmulas descritas a continuación:

$$S = \frac{Q \left( \frac{M^3}{s} \right)}{v \left( \frac{M}{s} \right)}$$

Donde Q es el caudal que atraviesa el tramo y V es la velocidad del aire en ese tramo

$$S = \pi \frac{D^2}{4}$$

Donde D es el diámetro del conducto

Los valores obtenidos para el dimensionado de los conductos se muestran en las tablas a continuación [Tabla 8 y 9].

		TRAMO	CAUDAL m³/h	CAUDAL m³/s	SECCIÓN m²
IMPULSIÓN					
Conducto general	0	1	86,400	0,024	0,010
Dormitorio A	1	2	28,800	0,008	0,003
Dormitorio B	1	3	14,400	0,004	0,002
Salón-comedor	1	4	43,200	0,012	0,005
EXTRACCIÓN					
Conducto general	0	1	86,400	0,024	0,010
Baño	1	2	43,200	0,012	0,005
Cocina	1	3	43,200	0,012	0,005

**Tabla 8.** Cálculo de la sección de tuberías de ventilación. Fuente: Elaboración propia.

Tramo		Ø m	Ø catálogos mm	Modelo y caudal máximo	Sección real m <sup>2</sup>	Velocidad del tramo m/s	Velocidad máxima permitida m/s
IMPULSIÓN							
0	1	0,111	100,000	Tubpla® PURE 100: 90m <sup>3</sup> /h	0,008	3,056	< 4:Cumple
1	2	0,064	63,000	NW 75: 30m <sup>3</sup> /h	0,003	2,566	< 3:Cumple
1	3	0,045	63,000	NW75: 30m <sup>3</sup> /h	0,003	1,283	< 3:Cumple
1	4	0,078	78,000	NW90: 45m <sup>3</sup> /h	0,005	2,511	< 3:Cumple

EXTRACCIÓN							
0	1	0,111	100,000	Tubpla® PURE 100: 90m3/h	0,008	3,056	< 4:Cumple
1	2	0,078	78,000	NW90: 45m3/h	0,005	2,511	<3,5:Cumple
1	2	0,078	78,000	NW90: 45m3/h	0,005	2,511	<3,5:Cumple

**Tabla 9.** Cálculo de la sección normalizada de tuberías de ventilación y velocidades. Fuente: Elaboración propia.

El diámetro a instalar es de 100mm en conductos principales, 75mm para conductos de los dormitorios y de 90mm para conductos del resto de estancias. Se seleccionaron los conductos rígidos Tubpla Pure 100 para los conductos principales de extracción y admisión de aire, de la marca Tubpla y, los conductos Profi-air NW75 y NW90 flexibles [Fig.67] para las derivaciones a las estancias, de la marca Frankische. Las características técnicas de ambos conductos se detallan en el apartado de 'Anexos: Sistema de ventilación'.



**Figura 67.** Conductos Tubpla Pure 100 y NW75/90. Fuentes:

<https://oxomi.com/p/3000470/catalog/10090495> y <http://www.etxegorri.com/catalogos/Tarifa-TUBPLA-2019-5.pdf>.

La unión entre los conductos principales y las derivaciones secundarias se realiza mediante dos cajas de distribución, una que une los conductos de admisión y otra que une los conductos de extracción, ambas iguales. La caja de distribución seleccionada es el modelo 206 INLINE con salidas de 75mm de la marca Siber. La caja de admisión se selecciona en función de los diámetros de los conductos, sin embargo, debido a la variedad de diámetros obtenidos, se hace necesaria la colocación de adaptadores en la misma, tanto en su conexión con los conductos principales como en su conexión con las ramificaciones exteriores, también de la marca Siber [Fig.68].



**Figura 68.** Caja de distribución 206 INLINE y adaptadores de diámetros de tuberías. Fuentes:

<https://www.siberzone.es/descargas/catalogo-siber-tarifa-2019/>

El aire que circula por la red de conductos ha de recibir la suficiente energía como para que sea distribuido a la totalidad de estancias a la velocidad y caudal previamente establecidos. Para ello, el ventilador del sistema mecánico de ventilación ha de administrar un valor superior de presión al obtenido por las pérdidas de carga en el conducto más desfavorable. Dichas pérdidas de carga se establecerán en función de los parámetros expuestos en la tabla inferior [Tabla 10]

Densidad del aire	1,2 Kg/m <sup>3</sup>
Viscosidad del aire	1,825·10 <sup>-5</sup>
Viscosidad cinemática del aire	1,52·10 <sup>-5</sup> m <sup>2</sup> /s
Rugosidad PE	1,5·10 <sup>-6</sup> m

**Tabla 10.** Datos previos para el cálculo de las pérdidas de carga de ventilación. Fuente: Elaboración propia.

Para obtener el valor de las pérdidas de carga se utiliza la ecuación que se presenta a continuación (Abelardo Sagredo Leiva 2011):

$$\frac{\Delta P}{L} = f \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2 \cdot D}$$

$\Delta P/L$  : Pérdida de carga por cada metro en Pa  
 $f$ : Coeficiente de fricción  
 $\rho$ : Densidad del fluido en Kg/m<sup>3</sup>  
 $v$ : Velocidad del fluido m/s  
 $D$ : Diámetro del conducto en m

El coeficiente de fricción se calcula gracias a al diagrama de Moody (de Isidro Gordejuela et al. 2012) que relaciona el número de Reynolds ( $Re$ ), la rugosidad relativa del material ( $\varepsilon$ ) y el coeficiente de fricción. Tanto el número de Reynolds como la rugosidad relativa del material se obtienen a partir de las fórmulas expresadas a continuación (Abelardo Sagredo Leiva 2011):

$$Re = \frac{v \cdot D \cdot \rho}{\mu} = \frac{v \cdot D}{\vartheta}$$

$$\varepsilon r = \frac{\varepsilon}{D}$$

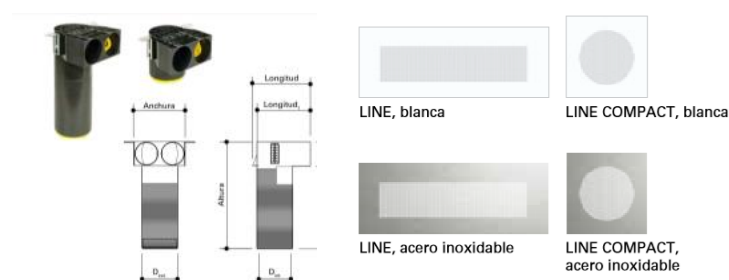
Dónde:

$v$  : Velocidad en m/s  
 $D$ : Diámetro del conducto en m  
 $\vartheta$ : Viscosidad cinemática del fluido en m<sup>2</sup>/s

Dónde:

$\varepsilon$ : Rugosidad absoluta del material  
 $D$ : Diámetro del conducto en m

A las pérdidas generadas en los conductos hay que sumarles las pérdidas por singularidades o elementos que se encuentran en el circuito y que disminuirán la presión del aire en el paso por ellos. Las pérdidas por singularidades en rejillas (rejillas de diseño Starline compact Blanca) y difusores (Difusor de aire 90° profi-air® classic) se obtuvieron de los datos ofrecidos por la casa comercial Frankische en su catálogo [Fig.69]. En cuanto a los codos en conductos, aunque los conductos de aire sean flexibles, se decidió establecer un margen de seguridad y se decidió suponer la hipótesis de que en los cruces entre conductos se ubicaba un codo, por ello se seleccionaron los valores de pérdidas de carga de un elemento genérico que cumpliera con los diámetros de los conductos del mismo catálogo anterior.



**Figura 69.** Difusores y rejillas del sistema de ventilación. Fuente: <https://oxomi.com/p/3000470/catalog/10090495>

En base a estos datos y haciendo uso de las fórmulas antemencionadas se determinan las pérdidas de carga del circuito de ventilación de la forma en la que se muestra en las tablas a continuación.


Tramo			Ø m	εr	Re	f	$\frac{\Delta P}{L}$ Pa/m	Longitud m	Pérdida conductos Pa
IMPULSIÓN									
Conducto general	0	1	0,100	$1,5 \cdot 10^{-5}$	20.105,263	0,027	1,513	2,15	3,25
Caja distribución	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dormitorio A	1	2	0,063	$2,38 \cdot 10^{-5}$	10.635,395	0,0315	1,975	4,72	9,32
Dormitorio B	1	3	0,063	$2,38 \cdot 10^{-5}$	7.240,855	0,034	0,533	3,3	1,76
Salón- comedor	1	4	0,078	$1,92 \cdot 10^{-5}$	12.885,395	0,029	1,405	3,84	5,40
EXTRACCIÓN									
Conducto general	0	1	0,100	$1,5 \cdot 10^{-5}$	20.105,263	0,027	1,513	2,15	3,25
Caja de distribución	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Baño	1	2	0,078	$1,92 \cdot 10^{-5}$	12.885,395	0,029	1,405	3,78	5,31
Cocina	1	3	0,078	$1,92 \cdot 10^{-5}$	12.885,395	0,029	1,405	2,86	4,02

Tabla 11. Pérdidas de carga en conductos de ventilación. Fuente: Elaboración propia.

Tramo	Nº de codos	Pérdida/codo Pa	Pérdida total codos Pa	Pérdida elemento Pa	Pérdida difusor Pa	Pérdida rejillas Pa	Pérdida Total Pa	Pérdida máx. Pa
IMPULSIÓN								
0 1	0	0	0	-	0	0	3,25	3,25
Caja dist.	-	-	-	2	-	-	2	2
1 2	0	2,5	0	-	2,3	0,7	12,32	
1 3	0	0,7	0	-	0,5	0,1	2,36	12,32
1 4	0	2,2	0	-	3,5	1,2	10,10	
TOTAL							30,03	17,57
EXTRACCIÓN								
0 1	0	0	0	-	0	0	3,25	3,25
Caja dist.	-	-	-	2	-	-	2	2
1 2	2	2,2	4,4	-	3,5	1,2	14,41	
1 3	2	2,2	4,4	-	3,5	1,2	13,12	14,41
TOTAL							32,78	19,66

Tabla 12. Pérdidas de carga totales en sistema de ventilación. Fuente: Elaboración propia.

La falta de previsión de espacio para los aparatos de instalaciones en el interior de la vivienda da lugar a la necesidad de seleccionar una máquina de ventilación que se pueda instalar en el techo técnico de la vivienda. En base a este requisito y a las pérdidas máximas de presión que produce el circuito de ventilación, se elige el Sistema SIBER® DF SKY 1, certificado por el PassivHaus Institute: VMC de doble flujo, con recuperador de calor de hasta 95% de eficiencia, con un caudal máximo de 150m<sup>3</sup>/h y una Presión máxima admisible de 150Pa. El aparato presenta 4 velocidades, de las cuales se prevé el uso continuo en la vivienda a velocidad 2 de acuerdo con los cálculos y se predispondrá de un adaptador de diámetro para su unión con el conducto que lo comunica con la caja de distribución. Se detallan las características técnicas en la ficha técnica del producto, adjuntada en el apartado de 'Anexos: Sistema de ventilación'.



Posición ventilador (de serie) – Mando multicontrol					Max
Selector de 4 posiciones encastrable	1	2	3		
Caudal de ventilación (m <sup>3</sup> /h)	30	75	100	125	150
Presión máx. admisible (Pa)	2 - 6	13 - 38	22 - 66	35 - 105	50 - 150
Potencia absorbida (W)	11 - 12	19 - 27	27 - 37	38 - 52	53 - 72
Intensidad absorbida (A)	0,14-0,15	0,20-0,28	0,27-0,35	0,36-0,47	0,49-0,64
Intensidad máxima absorbida (con batería pre-calentamiento en marcha)(A)	2,4				
Cosφ	0,34	0,42	0,44-0,47	0,46-0,48	0,47-0,49

Figura 70. Sistema SIBER DF SKY 1. Fuente: <https://www.siberzone.es/descargas/catalogo-siber-tarifa-2019/>

Una vez dimensionado el sistema, se establecen los valores de aislamiento para los conductos del mismo. Los conductos, sobre todo los de impulsión, deberán quedar aislados para asegurar que no sufran ningún tipo de pérdida de carga térmica adquirida en el recuperador de calor situado en el aparato SIBER DF SKY 1. Para definir los niveles de aislamiento se siguen las tablas del Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE) [Fig.71-74], que determinan los valores de espesor del aislamiento en función del diámetro de los conductos.

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
D ≤ 35	25	25	30
35 < D ≤ 60	30	30	40
60 < D ≤ 90	30	30	40
90 < D ≤ 140	30	40	50
140 < D	35	40	50

Figura 71. Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios. Fuente: <https://www.andimat.es/storage/22-24.pdf>

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
D ≤ 35	35	35	40
35 < D ≤ 60	40	40	50
60 < D ≤ 90	40	40	50
90 < D ≤ 140	40	50	60
140 < D	45	50	60

Figura 72. Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior de edificios. Fuente: <https://www.andimat.es/storage/22-24.pdf>

Diámetro exterior (mm)	Temperatura mínima del fluido (°C)		
	-10...0	> 0...10	> 10
D ≤ 35	30	20	20
35 < D ≤ 60	40	30	20
60 < D ≤ 90	40	30	30
90 < D ≤ 140	50	40	30
140 < D	50	40	30

Figura 73. Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el interior de edificios. Fuente: <https://www.andimat.es/storage/22-24.pdf>

Diámetro exterior (mm)	Temperatura mínima del fluido (°C)		
	> -10...0	> 0...10	>10
D ≤ 35	50	40	40
35 < D ≤ 60	60	50	40
60 < D ≤ 90	60	50	50
90 < D ≤ 140	70	60	50
140 < D	70	60	50

Figura 74. Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el exterior de edificios. Fuente: <https://www.andimat.es/storage/22-24.pdf>

En base a los espesores mínimos establecidos por el RITE, el circuito interior de la vivienda deberá estar aislados como mínimo con 30mm de aislamiento.

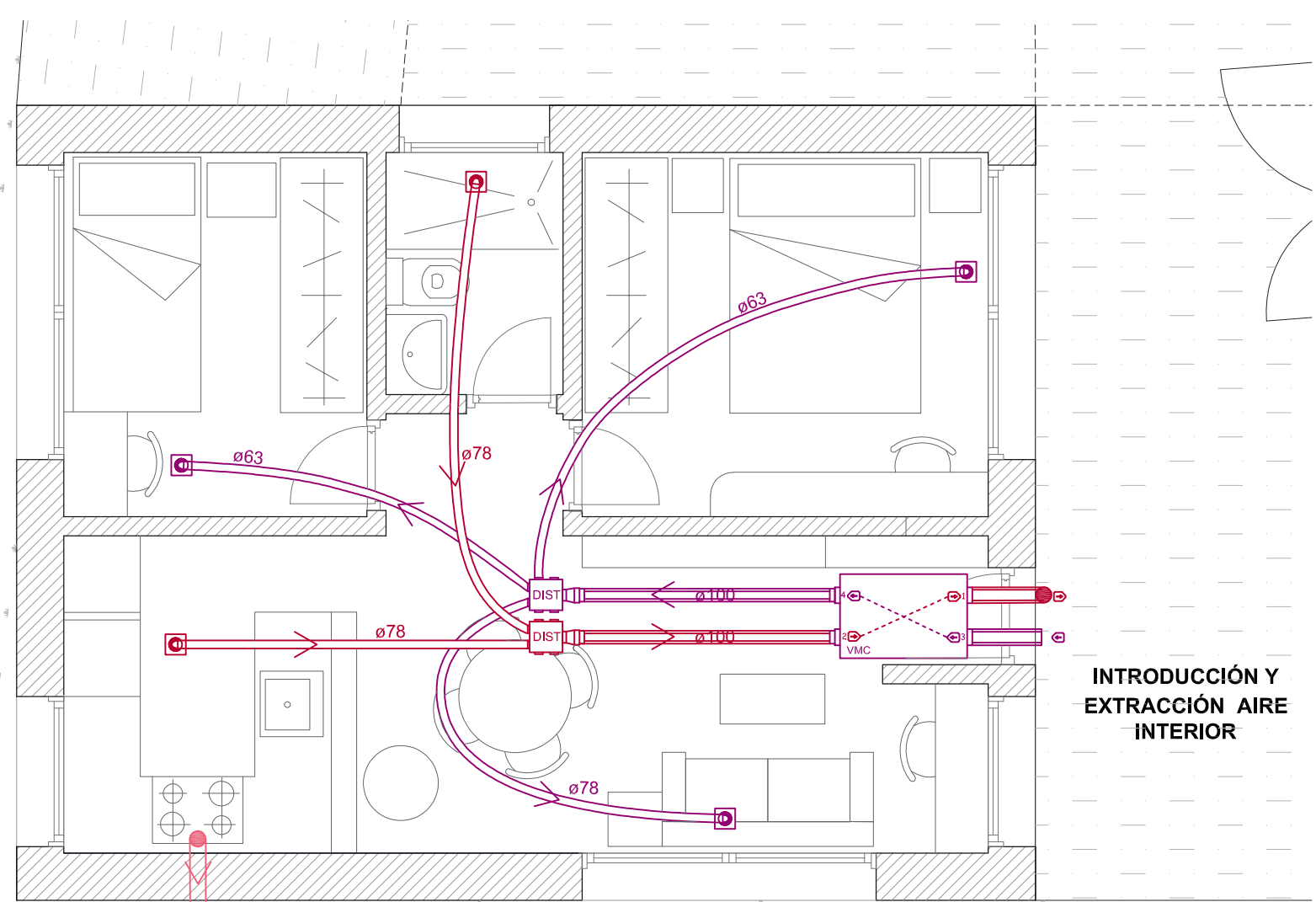
Para conseguir un confort total en el interior de la vivienda, se plantea la colocación de un techo técnico acústico en lugar de uno tradicional. De esta forma, se evitará la transmisión de los ruidos, generados por la máquina de ventilación y los conductos, hacia las estancias de las viviendas. Para establecer las características del techo técnico adecuado, se define el máximo nivel de ruido que se pueda producir en la instalación, el generado por la máquina de ventilación, 60dB(A) a nivel 3 y 64dB(A) a máxima potencia. En base a estos datos se decide colocar un techo técnico THERMATEX Schlicht (Liso) de la marca Knauf AMF [Fig.75] detallado en el Anexo de ventilación.

	SISTEMA	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: orange;">C</span> Sistema Perfil Visible</li> <li><span style="color: orange;">F</span> Sistema Panel Pasillo</li> <li><span style="color: orange;">I</span> Sistema Panel</li> <li><span style="color: orange;">A</span> Sistema Perfil Oculto</li> </ul>
	Formato	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: orange;">■</span> 600 x 600 mm,</li> <li>Formato panel bajo consulta</li> </ul>
	Espesor / Peso	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: orange;">■</span> 15 mm (aprox. 4,5 kg/m<sup>2</sup>)</li> <li>19 mm (aprox. 5,7 kg/m<sup>2</sup>)</li> </ul>
	Color	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: orange;">■</span> Blanco tipo RAL 9010</li> </ul>
	Cantos	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: orange;">■</span> SK, VT 15/24, GN, AW</li> </ul>

**Figura 75.** Techo técnico THERMATEX Schlicht. Fuente:  
[https://www.lafuentespain.com/Docs/Productos/THERMATEX\\_Schlicht\\_E\\_2.pdf](https://www.lafuentespain.com/Docs/Productos/THERMATEX_Schlicht_E_2.pdf)

### **6.2.1.1. PLANOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN DE LA VIVIENDA**

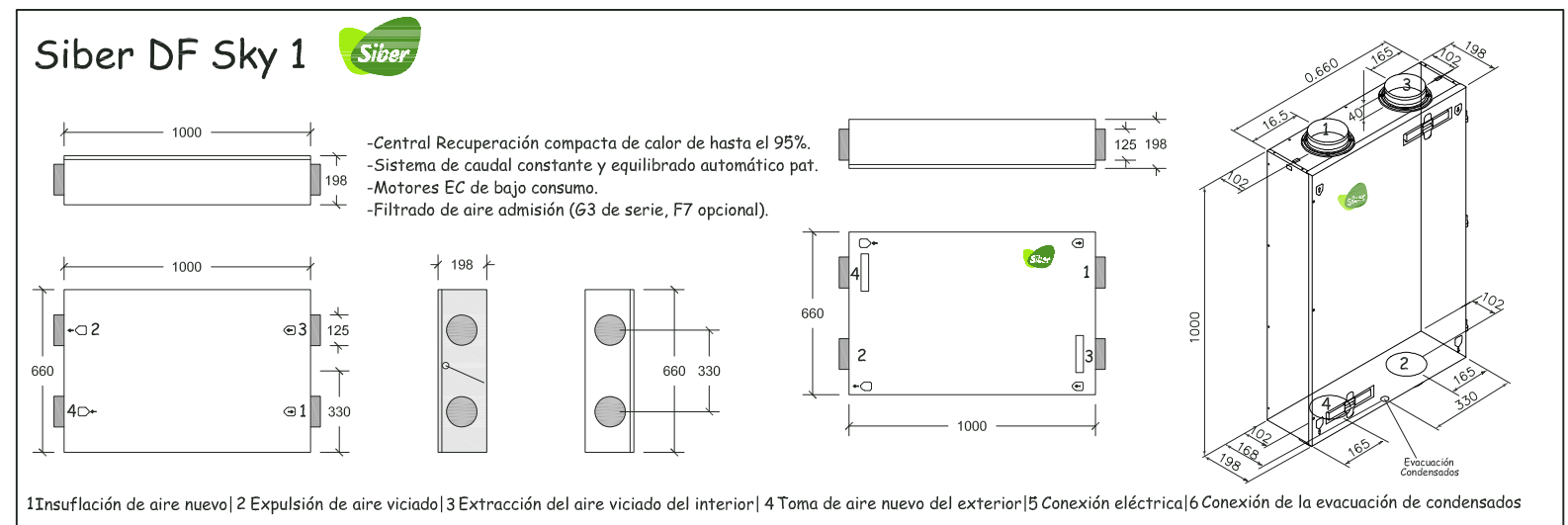




EXTRACCIÓN DE HUMOS COCINA  
SALIDA A EXTERIOR

- CONDUCTOS INSUFLACIÓN DE AIRE EXTERIOR
- CONDUCTOS EXTRACCIÓN DE AIRE INTERIOR
- EXTRACCIÓN DE HUMOS COCINA
- CONDUCTOS RÍGIDOS
- CONDUCTOS FLEXIBLES

- MONTANTES
- DIFUSORES Y REJILLAS
- CAJA DE DISTRIBUCIÓN
- VENTILACIÓN MECÁNICA CON RECUPERADOR DE CALOR (INSTALACIÓN EN FALSO TECHO)



**6.2.2. AGUA CALIENTE SANITARIA Y AGUA FRÍA SANITARIA****6.2.2.1. ABASTECIMIENTO DE AGUA CALIENTE SANITARIA: ENERGÍA SOLAR TÉRMICA**

El agua de la vivienda se calienta por medio de un sistema conformado por un conjunto de paneles térmicos o colectores que, gracias a energía procedente del sol, permite la transmisión de calor entre el fluido calo portador que circula por un sistema de conductos principales y que adquiere el calor en su paso por el panel y un circuito secundario que contiene el agua que abastece a la vivienda (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía 2006).

En este caso, se plantea el dimensionado de una instalación solar térmica de baja temperatura ( $<70^{\circ}\text{C}$ ), la cual usa captadores planos posicionados en cubierta para la producción de Agua Caliente Sanitaria. El rendimiento del captador debe ser siempre igual o superior al 40% y el rendimiento medio dentro del periodo en el que se utilice la instalación ha de ser mayor del 20% (Álvarez Díaz 2018b).

Los captadores pueden estar colocados en serie o paralelo pero en el caso que nos ocupa, al ser exclusivamente para producción de ACS, se podrán conectar en serie hasta  $10\text{m}^2$  por la zona climática en la que nos encontramos (zona I). La conexión entre captadores ha de plantearse de manera que el circuito resulte equilibrado (Ministerio de Fomento 2018).

Se utiliza el cálculo exigido por la sección del CTE HE4, aunque debido a las dimensiones de la vivienda, inferiores a  $50\text{m}^2$ , no entraría dentro del campo de actuación de este documento. El documento exige que si la energía producida supera el 110% de la demanda energética durante un mes o, la demanda energética supere en más del 100% la aportación solar durante tres meses consecutivos, se adoptará una instalación que dé la posibilidad de disipar dichos excedentes, el tapado o vaciado parcial del campo de captadores, el desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones existentes o sistemas de vaciado y llenado automático del campo de captadores (Ministerio de Fomento 2018).

Para comenzar a dimensionar la instalación es necesario conocer los datos de la ubicación, explicados en la tabla inferior [Tabla 13] (CENSOLAR 2007)

Provincia	Localidad	Latitud	Longitud	Temp. Mínima histórica $^{\circ}\text{C}$	Altura m
ASTURIAS	OVIEDO	N $43^{\circ}21' 37.04''$	O $5^{\circ}50' 41.14''$	-11	232

**Tabla 13.** Datos de Oviedo. Fuente: Elaboración propia en base a [https://zagan.unizar.es/record/6894/files/TAZ-PFC-2012-056\\_ANE.pdf](https://zagan.unizar.es/record/6894/files/TAZ-PFC-2012-056_ANE.pdf)

Para el cálculo de la demanda de referencia unitaria se necesita la ocupación de la vivienda, tal cual se indica en el CTE DB-HE4. Al tratarse de una vivienda unifamiliar, se utilizará un factor de centralización 1, utilizado para edificaciones con un número de viviendas inferiores a 3, para que no se tengan en cuenta posibles pérdidas suponiendo de una caldera centralizada [Tabla 14]. (Ministerio de Fomento 2018).

Ocupación							
Nº Dormitorios	1	2	3	4	5	6	>6
Nº Personas	1,5	3	4	5	6	6	7
Nº Viviendas			1				
Factor centralización			1				

**Tabla 14.** Datos de Ocupación. Fuente: Elaboración propia en base a datos exigidos por CTE HE4

Se calcula la demanda en base a la ocupación, siguiendo los datos establecidos por la normativa. Así pues, se establece un consumo de 28 litros por persona de agua caliente sanitaria a 60°C y se calcula la demanda [Tabla15].

Demanda de Referencia		
	A 60°C	A 45°C
<b>Demanda l/día-pers</b>	28	40
<b>D. Total vivienda l/día</b>	84	120
<b>D. Total anual vivienda l/año</b>	30.660,00	43.800,00

**Tabla 15.** Datos de Demanda de ACS. Fuente: Elaboración propia en base a datos exigidos por CTE HE4

Para el cálculo de la demanda de ACS a la temperatura requerida y para el cálculo de la energía térmica necesaria, se utilizan las temperaturas medias del agua fría en Oviedo a lo largo de todo el año [Tabla 16].

La energía térmica necesaria se calcula por medio de las siguientes fórmulas (Álvarez Díaz 2018b):

$$Q = \frac{D(60^{\circ}\text{C}) \cdot 1,16 \cdot (60 - Tr)}{1000} \cdot n$$

Dónde:

Q: Demanda mensual en kWh/mes

Tr: Temperatura media del agua de red

1,16 es el calor específico del agua en Wh/Kg°C

n: Nº de días del mes

Temperatura diaria media del agua fría							
Provincia		Oviedo		Altura Ref.	232	Altura real	232
Enero	9	Abril	10	Julio	15	Octubre	13
Febrero	9	Mayo	12	Agosto	16	Noviembre	10
Marzo	10	Junio	14	Septiembre	15	Diciembre	9

**Tabla 16.** Tª media de red en Oviedo. Fuente: Elaboración propia en base [https://zaguan.unizar.es/record/6894/files/TAZ-PFC-2012-056\\_ANE.pdf](https://zaguan.unizar.es/record/6894/files/TAZ-PFC-2012-056_ANE.pdf)

ENERGÍA TÉRMICA NECESARIA				
Mes	Días/mes	Tª Agua fría °c	Demanda 60°C l/mes	Q(60°C) kWh/mes
1	31	9,00	2.604,00	154,05
2	28	9,00	2.352,00	139,14
3	31	10,00	2.604,00	151,03
4	30	10,00	2.520,00	146,16
5	31	12,00	2.604,00	144,99
6	30	14,00	2.520,00	134,47
7	31	15,00	2.604,00	135,93
8	31	16,00	2.604,00	132,91

Mes	Días/mes	Tª Agua fría °C	Demanda 60°C l/mes	Q(60°C) kWh/mes
9	30	15,00	2.520,00	131,54
10	31	13,00	2.604,00	141,97
11	30	10,00	2.520,00	146,16
12	31	9,00	2.604,00	154,05
<b>TOTAL</b>			<b>30.660,00</b>	<b>1.712,41</b>
			<b>l/año</b>	<b>(Kwh/año)</b>

Tabla 17. Demanda de ACS de la vivienda. Fuente: Elaboración propia.

Según el CTE HE4, para la ubicación en Oviedo (Zona I) se ha de conseguir una contribución solar mínima del 30%. Así pues, se calcula la contribución solar mínima de la vivienda a una demanda de 60°C, lo que suponen 513,72 kWh/año.

Una vez calculada la demanda de la vivienda y la contribución solar mínima que han de suministrar los captadores, se procede a calcular la energía térmica producida por m<sup>2</sup> de captador. Para ello, se utiliza el método de cálculo F-Chart.

En primera instancia se calcula la irradiancia en Oviedo, para lo que es preciso conocer los datos oficiales de energía solar disponible en el plano horizontal del emplazamiento (Eh) y el factor de corrección para el emplazamiento según su latitud (k), obtenidos por medio de las tablas CENSOLAR (CENSOLAR 2007), así como las horas útiles de sol en Oviedo obtenidas por medio de la página web de *Weather Online*.

La Irradiancia es el resultado de dividir la energía solar disponible en el plano horizontal, corregida gracias al factor k y multiplicado por 1000 para cambiar la unidad a W, entre las horas útiles de sol del lugar. Los resultados obtenidos se resumen en la siguiente tabla [Tabla 18] (Álvarez Díaz 2018b)

Mes	Eh MJ	Eh Kwh	k	E Kwh/m <sup>2</sup>	Horas de sol	I w/m <sup>2</sup>
1	5,30	1,47	1,43	2,11	3,80	554,06
2	7,70	2,14	1,33	2,84	4,20	677,37
3	10,60	2,94	1,20	3,53	4,90	721,15
4	12,20	3,39	1,07	3,63	5,50	659,35
5	15,00	4,17	0,98	4,08	5,70	716,43
6	15,20	4,22	0,95	4,01	5,70	703,76
7	16,80	4,67	0,98	4,57	6,00	762,28
8	14,80	4,11	1,09	4,48	6,00	746,91
9	12,40	3,44	1,25	4,31	6,30	683,48
10	9,80	2,72	1,44	3,92	6,30	622,27
11	5,90	1,64	1,56	2,56	3,50	730,53
12	4,60	1,28	1,54	1,97	3,60	546,65
<b>Promedio</b>	<b>10,86</b>	<b>3,02</b>				

Tabla 18. Irradiancia en Oviedo. Fuente: Elaboración propia en base a [https://zaguan.unizar.es/record/6894/files/TAZ-PFC-2012-056\\_ANE.pdf](https://zaguan.unizar.es/record/6894/files/TAZ-PFC-2012-056_ANE.pdf)

Por medio de la Irradiancia se puede obtener la energía unitaria aprovechada por 1 m<sup>2</sup> del captador seleccionado (Qs), gracias a las fórmulas presentadas a continuación (Álvarez Díaz 2018b):

$$Qs = 0,9 \cdot E \cdot \eta \cdot A$$

Dónde:

0,9 es un valor que corresponde a las pérdidas de intercambio, acumulación y distribución (10%)  
E: Energía recibida por el captador  
H: Rendimiento del captador  
A: superficie de captación, en este caso 1.

$$\eta = C1 - C2 \cdot 10 \cdot \frac{60 - Ta}{I}$$

Dónde:

C1: Ganancias del colector  
C2: Pérdidas del colector  
10: coeficiente normalizado en W/m<sup>2</sup>·C  
Ta: Temperatura ambiente exterior obtenida de tablas CENSOLAR  
I: Irradiancia

Para poder definir la energía unitaria aprovechada por el captador, se hace necesario conocer el dato del propio captador, para ello, hay que seleccionar previamente los captadores. En este caso, se seleccionó el captador E-21 de la casa comercial Saclima, cuyas características técnicas, necesarias para el cálculo, se presentan en la ficha técnica correspondiente en el apartado de Anexos: Sistema de abastecimiento de A.C.S. Los resultados obtenidos para el caso de estudio de este documento se resumen en la siguiente tabla [Tabla 19].

Mes	TªAmbiente °C	n	Qs kW/hdía	Qs kWh/mes
1	9	0,45	0,85	26,40
2	10	0,52	1,32	37,06
3	11	0,54	1,71	53,10
4	12	0,52	1,70	50,98
5	15	0,56	2,05	63,53
6	18	0,57	2,05	61,65
7	20	0,60	2,45	76,03
8	20	0,59	2,39	74,00
9	19	0,57	2,20	66,04
10	16	0,53	1,86	57,79
11	12	0,55	1,26	37,75
12	10	0,45	0,80	24,79
<b>Total</b>				<b>629,13</b>
Pérdidas (%)				15,71
<b>TOTAL REAL</b>				<b>543,07</b>

**Tabla 19.** Energía unitaria por m<sup>2</sup> de captador. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla, a la energía de los captadores hay que restarle las pérdidas por inclinación y orientación, las pérdidas por sombras arrojadas y las pérdidas térmicas debido al fluido caloportador, las últimas de las cuales se establecen en un 4% por concentración de anticongelante que reduce el coeficiente de conductividad térmica (Monge Malo 2010).

En cuanto a pérdidas por orientación e inclinación y las pérdidas por sombras, el CTE HE4 delimita sus valores a los porcentajes resumidos en la siguiente imagen [Fig.76]. En el caso de estudio, se presupone, debido a la presencia de cubierta plana, que los captadores se colocarán de forma general, por medio de una estructura metálica.

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10 %	10 %	15 %
Superposición de captadores	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica de captadores	40 %	20 %	50 %

Figura 76. Valores límite pérdidas. Fuente: CTE HE4.

Para el cálculo de las pérdidas por orientación e inclinación se utiliza la fórmula específica para dicho fin [Fig.77], mientras que para el cálculo de las pérdidas por sombras arrojadas, en este caso las de la chimenea de evacuación de humos de la campana extractora y un árbol dispuesto al Sur de la parcela, se utiliza un gráfico solar [Fig.77] donde se representa el perfil de los obstáculos determinando las porciones que ocupan de dicho gráfico para, posteriormente determinar el porcentaje de pérdidas de cada factor gracias a los factores de corrección de las mismas (Álvarez Díaz, 2018).

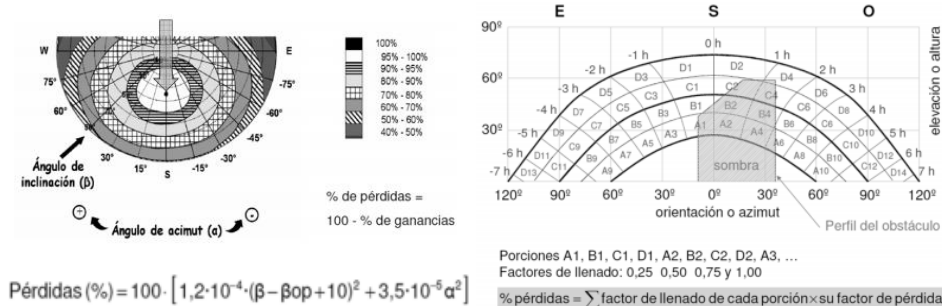


Figura 77. Cálculo de pérdidas por Orientación e inclinación y sombras. Fuente: Instalación solar térmica para producción de ACS: Requisitos técnicos, componentes y dimensionado – José Antonio Álvarez Díaz.

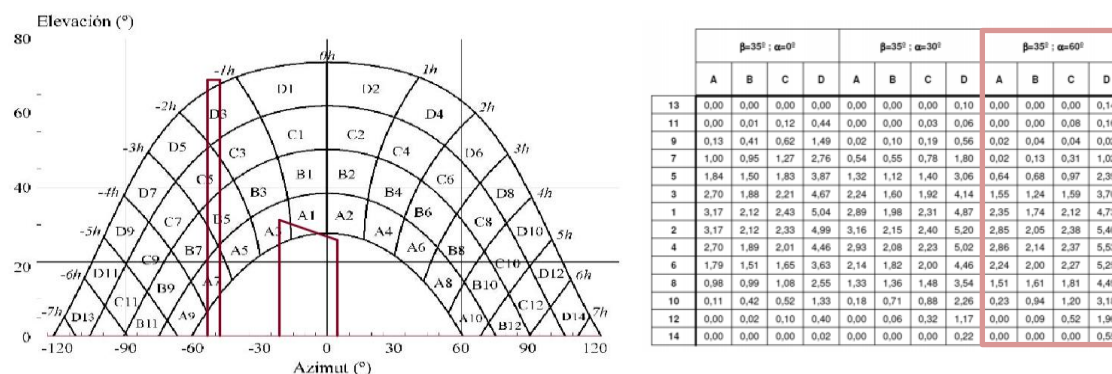
Latitud °	43	Elevación °	43
Orientación °	50	Elevación óptima °	43

Tabla 20. Datos de Inclinación y Orientación de los paneles solares. Fuente: Elaboración propia

En la tabla superior se pueden ver las condiciones de colocación de los paneles. En cuanto a la Orientación, ha resultado inviable una colocación con una orientación óptima al sur, debido a la propia orientación de la parcela y a sus características de ordenación, así como a las necesidades de integración de los paneles. Sin embargo, la elevación de los paneles sí se ha considerado la elevación óptima que se corresponde con la latitud del emplazamiento (Álvarez Díaz, 2018b). En base a estos datos y aplicando la fórmula correspondiente, se obtienen un porcentaje de pérdidas de Orientación e inclinación del 9,9%. Por otro lado, el cálculo de las pérdidas de sombras arrojadas sobre los paneles se resume a continuación y supone un 1,8% de pérdidas.

Puntos ext. objeto dimensión máxima	Altura sobre objeto m	Distancia objeto m	Inclinación °	Azímüt °
Chimenea de la campana extractora				
1	1	0,4	36	-54
2	1	0,4	40	-61
Árbol situado en la parcela				
3	2	4,1	26	-4
4	2	4,22	30	-29

Tabla 21. Datos de situación de obstáculos. Fuente: Elaboración propia



**Figura 78.** Perfil de obstáculos y factores de corrección. Fuente: Elaboración propia / Instalación solar térmica para producción de ACS: Requisitos técnicos, componentes y dimensionado – José Antonio Álvarez Díaz.

Porción	% del objeto	Factor corrección	% Total
a1	0,01	2,35	0,0235
a3	0,34	1,55	0,527
a9	0,32	0,02	0,0064
a7	0,2	0,02	0,004
b5	0,015	0,68	0,0102
b7	0,41	0,13	0,0533
c5	0,31	0,97	0,3007
c7	0,042	0,31	0,01302
d3	0,14	3,7	0,518
d5	0,15	2,39	0,3585
<b>TOTALES</b>	<b>1,937</b>		<b>1,81462</b>

**Tabla 22.** Cálculo de pérdidas por sombras arrojadas. Fuente: Elaboración propia

Una vez calculadas las pérdidas, se comprueba que las pérdidas por Orientación e inclinación no sobrepasan el 10%, las pérdidas por sombras arrojadas no sobrepasan el 10% y la suma de ambas no sobrepasa el 15%, con lo que se cumplen los requisitos del CTE HE4.

Finalmente se define el área total de captación necesaria para abastecer la totalidad de ACS a la vivienda [Tabla 23], en base a las dimensiones del panel Saclima E21 [Fig.79].



**E-21**

Dimensiones	mm	1988X1041X90
Peso en Vacío	Kg	37,2
Capacidad primario	Lit.	1,7
Superficie total	m²	2,07
Superficie de apertura	m²	1,92
Rendimiento		0,785
Contraseña de certificación		NPS-10013

**Figura 79.** Panel Saclima E-21 y características. Fuente: <http://www.saclima.com/wp-content/uploads/2017/02/Ficha-captadores-E21-L21.pdf>

Área mínima captación m <sup>2</sup>	Área captación total m <sup>2</sup>	Nº Mín. Paneles	Nº Total Paneles
0,95	3,15	1,00	2,00
Área de captación total m <sup>2</sup>			3,84

**Tabla 23.** Cálculo del área de captación y número de paneles. Fuente: Elaboración propia

Se necesitarán 2 captadores para abastecer la totalidad de ACS a la vivienda. La separación de los captadores respecto a otros objetos u otra fila de paneles, se determina por medio de las fórmulas (Álvarez Díaz, 2018b):

$$d = h \cdot c$$

$$c = \frac{1}{\operatorname{tg}(61^\circ - \text{latitud})}$$

Dónde:

D: Distancia horizontal en m entre los objetos

h: Distancia vertical en m desde la base hasta el borde superior del elemento que proyecta sombra.

c: coeficiente adimensional obtenido por medio de la segunda fórmula

Aplicando las fórmulas antemencionadas, se necesitará una distancia horizontal entre elementos de 4,17m frente a los captadores. Como los captadores se colocan sin ningún otro obstáculo al frente más que los mencionados en el cálculo de sombras proyectadas, por los cuales ya se calcularon las pérdidas de radiación producidas en los paneles.

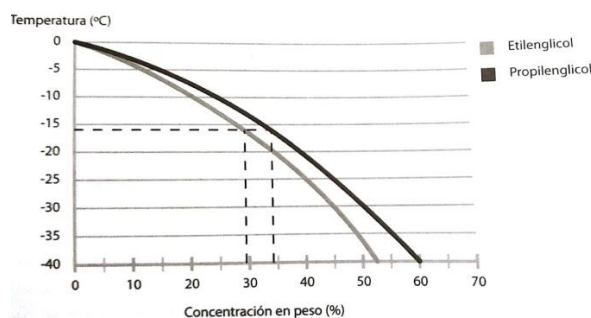
Latitud °	43
Altura del panel m	1,988
h m	1,36
C	3,08
Distancia m	4,17

**Tabla 24.** Distancia entre elementos. Fuente: Elaboración propia

Una vez definida el tipo y la necesidad de los colectores, se pasa a diseñar todos los elementos que componen la instalación al completo.

Se comienza por el fluido caloportador que se incorpora en el circuito primario para recibir la energía del sol y transmitirla al agua del interior de la vivienda. Dicho fluido es una mezcla de anticongelante y agua destilada, para protección contra heladas y contra la corrosión, que se suele suministrar en envases desde 1l a 25l (Monge Malo 2010).

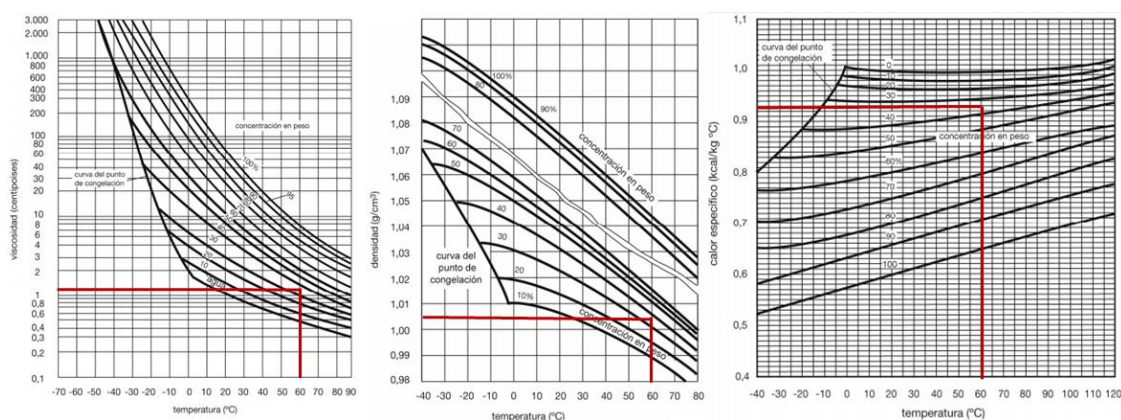
El porcentaje de anticongelante en la mezcla depende de hasta qué temperatura pretende evitarse la helada del fluido. EL Código Técnico de la Edificación establece que se ha de prever dicho porcentaje para 5 grados por debajo de la mínima histórica del lugar. Como Oviedo presenta una mínima histórica de -11°C, se considerarán -16°C. Se opta por una solución de Propilenglicol debido a su baja toxicidad, en un 35% de cantidad, que se mezclará con agua al 65% como indica la relación temperatura-porcentaje de la imagen inferior [Fig.80].



**Figura 80.** Relación Temperatura-Porcentaje del Etilenglicol y Propilenglicol. Fuente: Instalaciones de energía solar térmica para la obtención de ACS en viviendas – Luis Monge Malo



Las características de propilenglicol se determinan en función a la temperatura del mismo y su porcentaje en la mezcla. Estableciendo una temperatura de 60°C y con ayuda de los gráficos que relacionan estas variables [Fig.81], se consiguieron definir las características propias del anticongelante [Tabla 25].



**Figura 81.** Propiedades del Propilenglicol a 60° y al 35% de cantidad. Fuente: Elaboración propia. Tablas disponibles en <https://es.scribd.com/document/386729746/Tablas-Del-Etilenglicol-y-Propilenglicol>

Viscosidad del propilenglicol al 35%	1,10	Centipoises
Densidad del propilenglicol al 35%	1,005	g/cm <sup>3</sup>
Calor específico del propilenglicol al 35%	0,93	cal/gC
Calor específico del agua al 65%	0,56	cal/gC
Calor específico total	0,69	cal/gC

**Tabla 25.** Propiedades del propilenglicol a 60°C. Fuente: Elaboración propia

Para poder acumular el volumen de agua necesario para la vivienda, se plantea la ubicación de un interacumulador, en el cual se almacenará la totalidad del agua caliente que se de la vivienda que se consumirá durante un periodo considerado adecuado, manteniéndola constantemente a la temperatura de 60°C gracias a la presencia de un serpentín interior, por el que circulará el fluido caloportador y que se conectará con los colectores solares, formando el circuito primario de la instalación.

El volumen del interacumulador debe preverse de acuerdo con la demanda de la vivienda y ha de cumplir la serie de condiciones que a continuación se enumeran (Álvarez Díaz 2018b):

$$50 < \frac{V}{A} < 180 \quad V > 50 \cdot A \quad V < 180 \cdot A$$

Dónde:

V: Volumen de acumulación del depósito en litros

A: Superficie total de captación en m<sup>2</sup>

En base a estos requisitos y a la demanda de ACS de la vivienda se concluye que se requerirá un depósito de acumulación de 200l lo que supondría una autonomía del depósito de 2 días, que se establecen como margen de seguridad [Tabla 26].

Autonomía (días)	2	$50 < V/A < 180$	$V > 50 \times A$	$V < 180 \times A$
Vol. Acum. mín (l)	200	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE
		52,08	192,00	360,00

**Tabla 26.** Dimensionado del Acumulador de ACS. Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la superficie de intercambio, se ha de cumplir que cumpla: (Álvarez Díaz 2018b):

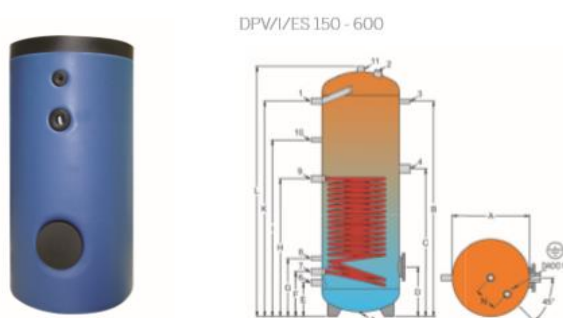
$$SI \geq 0,15 \cdot A$$

Dónde:

SI: Superficie de intercambio en  $m^2$

A: Superficie total de captación en  $m^2$

Así pues, la superficie de intercambio ha de ser mayor o igual a  $0,58m^2$ . Con este dato y los valores obtenidos de necesidad de acumulación, se elige el acumulador de 200l de 1 serpentín de  $1,5m^2$  acero de carbono, equipado con protección anódica y tratamiento interno de vitrificación DPV/I/ES de la casa comercial GREENHEISS [Fig.82], cuyas características se muestran en la ficha técnica del producto en el apartado de Anexo ACS.



**Figura 82.** Interacumulador DPV/I/ES 200. Fuente: <https://www.greenheiss.com/wp-content/uploads/DPV-I-ES-1.pdf>

El circuito primario se compondrá también de una serie de tuberías de cobre que conectarán el intercambiador con los colectores solares. El fabricante de los colectores ha dispuesto los mismos con conexiones de tubos de cobre de 18mm, además, recomienda un caudal de entre 50 y  $60 l/hm^2$  y unos diámetros de tubería de cobre elegir entre 18-22-24 mm, por lo que se dimensionará el circuito primario con tuberías de 18mm de diámetro interior. Las velocidades recomendadas para evitar problemas en el circuito son las comprendidas entre los 0,3 y 1,3m/s y la pérdida de carga ha de ser menor a 40mmca/m tubería (Monge Malo 2010).

Por ello, se calculará tanto el caudal como el diámetro del circuito primario en función de estos parámetros por medio de las fórmulas expuestas a continuación (Monge Malo 2010):

$$v = \frac{Q}{\frac{\pi \cdot D^2}{4}} \quad \text{ó} \quad v = 0,354 \cdot \frac{Q}{D^2} *$$

Dónde:

Q: Caudal en l/h

D: Diámetro interior de la tubería en mm

\*La fórmula se obtiene simplificando la primera fórmula

S captador	2,07	m2	
Q estimado	60	l/hm2	
Qmáx=Scap·Qest·n°capt	248,4	l/h	4,14l/min
V	0,35	Para un diámetro de 18mm	

Tabla 27. Cálculo de la velocidad en circuito primario. Fuente: Elaboración propia

Una vez conocemos el diámetro de las tuberías, se podrán dimensionar los vasos de expansión del circuito primario, que permitirán evitar sobrepresiones en el mismo. El cálculo del volumen necesario del vaso de expansión se realiza por medio de las siguientes ecuaciones (Álvarez Díaz 2018b):

$$VT = V \cdot Ce \cdot Cp \quad Cp = \frac{P_{máx}}{P_{máx} - P_{mín}}$$

Dónde:

VT: Volumen del vaso de expansión en litros

V: Volumen de la instalación en litros

Ce: Coeficiente de expansión del fluido [ $Ce = (-33,48 + 0,738 \cdot T) \cdot 10^{-3}$ ]

Donde T es la temperatura en °C]

Cp: Coeficiente de presión

Pmín: Presión mínima del vaso (1 atm + columna de agua + 0,2 por seguridad)

Pmáx: Presión máxima del vaso (Pmín+1 atm)

Los valores de Ce en la fórmula explicados son válidos para agua, se utilicen glicoles se debe multiplicar por el siguiente factor de corrección (Ponce 2013):

$$f_c = a \times (1,8 \times T + 32)^b$$

Donde a y b son factores que dependen del porcentaje en volumen del glicol (Ponce 2013):

$$a = -0,0134 \times (G^2 - 143,8 \times G + 1918,2)$$

$$b = 3,5 \times 10^{-4} \times (G^2 - 94,57 \times G + 500)$$

Como el agua presenta un Ce de 0,043 a 100°C (Álvarez Díaz 2018b), al multiplicarlo por el factor de corrección, obtenemos un Ce del glicol de 0,052.

En cuanto al volumen de fluido que se encuentra en el circuito primario, se determina por partes, por un lado, el volumen que pueden contener los elementos se obtiene gracias a los catálogos de los fabricantes y, por otro, el volumen de las tuberías se puede aproximar gracias a la tabla ofrecida por José Antonio Álvarez Díaz en el documento *Instalación solar térmica para producción de A.C.S.*[Fig.83], en función de su diámetro y longitud. (Álvarez Díaz 2018b)

Los caudales obtenidos se resumen en la siguiente tabla [Tabla 28]:

Capacidad Intercambiador (l)	10,4
Capacidad captador (l)	1,7
Capacidad para Ø18mm (l/m)	0,254
Longitud (m)	39,47
Capacidad tuberías	37,63
<b>Capacidad total (l)</b>	<b>13,8</b>

Tabla 28. Cálculo de la capacidad del circuito primario. Fuente: Elaboración propia

Volumen tuberías	
diámetro mm	capacidad l/m
12	0,093
15	0,151
18	0,254
22	0,311
28	0,531
35	0,809
42	1,150
54	2,030
63	3,090
80	4,400
100	7,730

Figura 83. Capacidad en l/m en función de distintos diámetro de tubería. Fuente: Instalación solar térmica para producción de ACS – José Antonio Álvarez Díaz.

Una vez conocido el volumen de fluido del circuito, se calculó el volumen necesario del vaso de expansión, aplicando las fórmulas anteriormente citadas, obteniendo los datos resumidos en la tabla a continuación [Tabla 29].

Vol. Agua inst. (l)	37,63
Ce	0,05
Columna de agua (atm)	1,50
Pmin	2,52
Pmax	3,52
Cp	3,52
<b>VT (l)</b>	<b>6,89</b>

**Tabla 29.** Cálculo del volumen de los vasos de expansión. Fuente:  
Elaboración propia

En base a los resultados obtenidos se elige un vaso de expansión de 8 litros de medida estándar para circuito cerrado de instalación solar térmica [Fig. 84] de la casa comercial IBAIONDO, cuyas características técnicas se muestran en el apartado Anexo ACS.



**Figura 84.** Vaso de expansión de 8 SMF, IBAIONDO. Fuente:  
<http://www.ibaiondo.es/productos.html>

Para el cálculo de la pérdida de carga del circuito primario se utiliza el “Diagrama de pérdidas de carga para tubos de cobre” [Fig.85]. Este diagrama está confeccionado para una temperatura del agua circulante de 45°, sin embargo, en el circuito circulará una mezcla de agua-propilenglicol al 30% a una temperatura de 60°, por lo que hay que realizar una corrección a partir de dos factores:

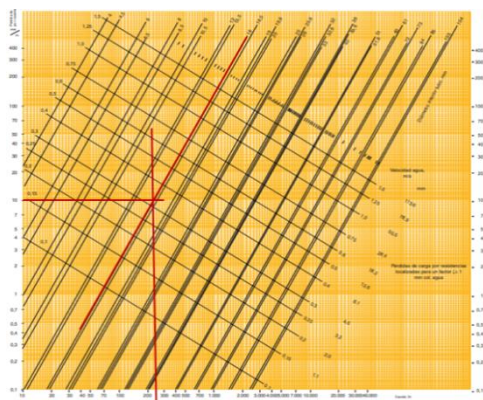
- Factor K1 con temperatura a 60 grados [Fig.86]:

Temperatura del agua °C	5	10	40	45	50	60	70	80	100	120
Factor de corrección	1,24	1,18	1,02	1,00	0,99	0,96	0,94	0,92	0,91	0,90

**Figura 86.** Factor de corrección K1. Fuente: <https://elcobre.com/publication/tablas-y-diagramas-para-el-calculo-de-las-perdidas-de-carga>

- Factor K2 (corrección de viscosidad):  $K2 = \sqrt[4]{\frac{V_{mez}}{V_{agua}}}$  ; Donde:  $V_{mezla} = 1,2 \text{ centipoises}$  y  $V_{agua} = 0,4 \text{ centipoises}$
- El factor de corrección se determina multiplicando ambos factores:  $K = K1 \cdot K2$

Con el diagrama se obtienen las pérdidas de carga del circuito a 45°C y por medio de los factores de corrección se determinan las pérdidas de carga por metro lineal del circuito [Tabla.30]



**Figura 85.** Diagrama pérdidas de carga en circuito primario. Fuente: <https://elcobre.com/publication/tablas-y-diagramas-para-el-calculo-de-las-perdidas-de-carga>

K1	0,96
K2	1,3
K	1,248
Pcarga mm.c.a./m	10
P.60°C mm.c.a./m	12,48

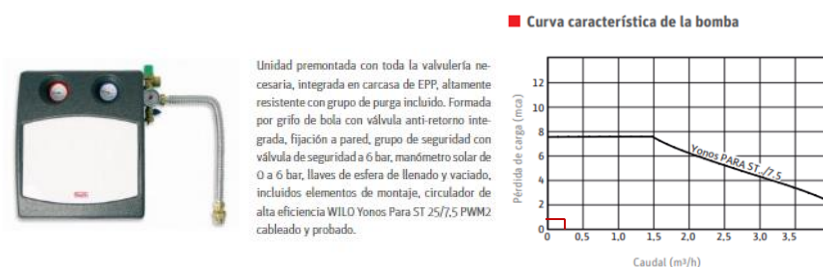
**Tabla 30.** Pérdidas de carga por metro de tubería. Fuente: <https://elcobre.com/publication/tablas-y-diagramas-para-el-calculo-de-las-perdidas-de-carga>

Además el fabricante de tuberías *Cobre Profesional* ofrece, junto con las pérdidas de carga del circuito, los coeficientes de pérdidas de carga localizadas para piezas especiales en la instalación (Cobre profesional 2008). Gracias a esos coeficientes, a la gráfica de pérdidas de carga del circuito y a los datos de pérdidas de carga del resto de elementos que componen el mismo aportados por los fabricantes en los catálogos de los productos, los cuales se pueden visualizar en el apartado de 'Anexo: Instalación de abastecimiento de A.C.S.', se consigue definir las pérdidas de carga totales del circuito primario de la instalación [Tabla 31].

Elemento	Leq m/ud	Nº	Longitud m
Codo 90	1,5	10	15
Valvula	1	8	8
Valvula de retencion	10	1	10
Conexión en T	2,2	2	4,4
<b>Total elementos</b>			<b>37,4</b>
Tuberías			12,07
<b>Total circuito</b>			<b>49,47</b>
Perdidas de carga circuito (mm.c.a.)			617,39
Perdidas de carga circuito (m.c.a.)			0,62
Perdida de carga colector (mm.c.a)			16
Perdida de carga colectores (m.c.a.)			0,032
Perdida de carga intercambiador (mbar)			10
Perdida de carga intercambiador (m.c.a.)			0,1
<b>Pérdidas de carga totales (m.c.a)</b>			<b>0,75</b>

**Tabla 31.** Pérdidas de carga circuito primario. Fuente: Elaboración propia

Una vez calculadas las pérdidas del circuito se podrá dimensionar la bomba que permita la correcta circulación del fluido. La bomba ha de conseguir impulsar 0,25 m<sup>3</sup>/h de caudal con una altura manométrica de 0,75 m.c.a. En base a estos valores se eligió el grupo hidráulico solar E25/7.5 de la casa comercial Roth de colocación en pared [Fig.87], cuyas características técnicas se presentan en su ficha técnica, en el Anexo ACS (Roth Ibérica 2019).



**Figura 87.** Bomba E25/7.5 y curva característica de la misma. Fuente: [https://www.roth-portugal.com/pt/files/005%20-%20Roth-Spain/Manual\\_grupo\\_hidraulico\\_Roth\\_25-7.5.pdf](https://www.roth-portugal.com/pt/files/005%20-%20Roth-Spain/Manual_grupo_hidraulico_Roth_25-7.5.pdf)

En lo relativo al circuito secundario, encargado de transportar el agua caliente sanitaria desde el interacumulador hasta los grifos de la vivienda, se dimensiona en función de la velocidad adecuada para evitar molestias sonoras (Alonso González Lezcano, Bautista Echevarría Trueba y Sancho Alambillaga 2014; de Isidro Gordejuela et al. 2012; Alonso González Lezcano et al. 2013) así como del caudal punta que circulará por dicho circuito, determinado a partir de los caudales mínimos establecidos en el CTE HS4 y un factor de simultaneidad K [Tabla 32].

Estancia	Aparato	Unidades	Qmin ACS l/s	Qinst. l/s	K	Qs: caudal punta l/s
Baño	Inodoro	1	0,1	0,3	1,00	0,30
	Grifo	1	0,2			
Cocina	Lavadora	1	0,2	0,2	1,00	0,20
<b>Total</b>		<b>3</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,75</b>	<b>0,38</b>

**Tabla 32.** Cálculo de caudal punta en circuito secundario ACS. Fuente: Elaboración propia

Las velocidades adecuadas para la circulación de agua por las tuberías en interiores de vivienda han de ser inferiores a 2m/s, por ello, se prevé una velocidad de 1,5m/s a partir de la cual se determinará el diámetro de los conductos de cobre que, una vez normalizados conforme a las dimensiones establecidas por los fabricantes podrán servir de base para el cálculo de la velocidad real. Las dimensiones de las tuberías se calcularán gracias a las siguientes fórmulas (Martín 1998):

$$Q = A \cdot V \quad A = \frac{\sqrt{4Qs}}{\pi V_{tant}}$$

Dónde:  
Q: Caudal en l/s  
V: Velocidad en dm/s  
A: Diámetro en dm

Los cálculos de tuberías generales y los ramales se resumen en la Tabla 33 mientras que los diámetros de los conductos de las derivaciones a aparatos se definen a partir de los diámetros mínimos establecidos en el CTE HS4 [Tabla 34].

Tramos	Qs l/s	V tanteo dm/s	Φ dis. dm	Φ dis. mm	Φ nom. mm	Φ interior mm	V real dm/s	V real m/s
D1	0,26	15	0,15	15	22	20	8,28	0,83
D2	0,17	15	0,09	12	18	16	8,46	0,85
D3	0,25	15	0,15	15	22	20	7,96	0,80

**Tabla 33.** Dimensionado de tramos generales de tuberías de ACS. Fuente: Elaboración propia

Estancia	Aparato	Φ aparato mm
Baño	Lavabo	12
	Ducha	12
Cocina	Fregadero	12
	Lavadora	20

**Tabla 34.** Dimensionado de derivaciones de ACS a aparatos. Fuente: CTE HS4

Según el CTE HS4, hay que asegurar que, en el grifo más desfavorable se cumplan las siguientes condiciones:

- 100kPa (10,2 m.c.a.) de presión mínima
- 500kPa (51 m.c.a.) de presión máxima

Además indica que, en el caso que ocupa este documento, no es necesario retorno por no superar los 15m al punto más desfavorable.

Para comprobar los requisitos exigidos por el Código Técnico de la Edificación y determinar la necesidad de bombeo, se calculan las pérdidas de presión que sufre el circuito hasta el punto más desfavorable. Estas pérdidas se calculan por medio del diagrama de Moody, el cual relaciona el número de Reynolds ( $Re$ ), la rugosidad relativa del material ( $\epsilon r$ ) y la pérdida de carga de la tubería.

$$Re = \frac{v \cdot D \cdot \rho}{\mu} = \frac{v \cdot D}{\vartheta}$$

$$\epsilon r = \frac{\epsilon}{D}$$

Dónde:

$v$  : Velocidad en m/s

$D$ : Diámetro del conducto en m

$\vartheta$ : Viscosidad cinemática del fluido en  $m^2/s$

Dónde:

$\epsilon$ : Rugosidad absoluta del material

$D$ : Diámetro del conducto en m

Para conocer las pérdidas de carga en piezas especiales, se utiliza un factor de simultaneidad ( $K_L$ ) específico para cada elemento en lugar del factor de simultaneidad ( $K$ ) para los tramos rectos de tubería y se calcularán por medio de la fórmula (Alonso González Lezcano, Bautista Echevarría Trueba y Sancho Alambillaga 2014):

$$J = K_L \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Dónde:

$K_L$ : Factor de simultaneidad del elemento

$v$ : Velocidad del fluido en m/s

$g$ : Gravedad ( $9,8 m/s^2$ )

Los datos de partida se muestran a continuación.

$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	999,77
$\mu_{60^\circ C}$ (kg/ms)	$467 \cdot 10^{-6}$
$\epsilon_{cobre}$ (mm)	0,0015
$\epsilon_{cobre}$ (m)	$1,5 \cdot 10^{-6}$

**Tabla 35.** Datos de partida para cálculos de pérdidas de presión en tuberías de ACS. Fuente: Elaboración propia

A partir de esos datos y utilizando las fórmulas antemencionadas, se procede a calcular las pérdidas de carga del circuito secundario, resumidos a continuación [Tabla 36-37].

Estancia	tramo	Q <sub>inst</sub> l/s	Nº Aparatos	K	KL	Q <sub>s</sub> l/s	L m	Leq m	Φ nominal mm	Φ int mm	V dm/s	V m/s
General	Llave	0,42	4	-	0,05	0,26	-	-	22	20	8,28	0,83
	A-B	0,42	4	0,63	-	0,26	2	2,34	22	20	8,28	0,83
	Conex. T	0,42	4	-	2	0,26	-	-	22	20	8,28	0,83
Baño	B-C	0,17	2	1,00	-	0,17	3,6	4,32	18	16	8,21	0,82
	Llave	0,17	2	-	0,05	0,17	-	-	18	16	8,46	0,85
	C-D	0,17	2	1,00	-	0,17	0,25	0,3	18	16	8,46	0,85
	D-E	0,10	1	1,00	-	0,10	3,1	3,76	16	14	6,50	0,65
Cocina	B'-C'	0,25	2	1,00	-	0,25	0,60	0,72	22	20,0	7,96	0,80
	Llave	0,25	2	-	0,05	0,25	-	-	22	20,0	7,96	0,80
	Codo	0,25	2	-	1,5	0,25	-	-	22	20,0	7,96	0,80
	C'-D'	0,25	2	1,00	-	0,25	1,90	2,28	22	20,0	7,96	0,80
	Conex. T	0,25	2	-	2	0,25	-	-	22	20,0	7,96	0,80
	D'-E'	0,15	1	1,00	-	0,15	2,02	2,42	16	14,0	9,74	0,97
	Codo	0,15	1	-	1,50	0,15	-	-	16	14,0	9,74	0,97
	E'-F'	0,15	1	1,00	-	0,15	1,41	1,69	16	14,0	9,74	0,97

**Tabla 36.** Cálculos de pérdidas de presión en tuberías de ACS parte 1. Fuente: Elaboración propia

Estancia	tramo	εr	Re	f	J m.c.a	J m.c.a
General	Llave	-	-	-	0,002	0,2
	A-B	$8 \cdot 10^{-5}$	35435,26	0,0235	0,096	
	Conex. T	-	-	-	0,070	
Baño	B-C	$9 \cdot 10^{-5}$	28961,51	0,0240	0,222	0,41
	Llave	-	-	-	0,002	
	C-D	$9 \cdot 10^{-5}$	28961,51	0,0240	0,016	
	D-E	$10^{-04}$	19469,93	0,0275	0,139	
Cocina	B'-C'	$8 \cdot 10^{-5}$	34072,37	0,023	0,027	0,61
	Llave	-	-	-	0,002	
	Codo	-	-	-	0,048	
	C'-D'	$8 \cdot 10^{-5}$	34072,37	0,0230	0,085	
	Conex. T	-	-	-	0,065	
	D'-E'	$10^{-04}$	29204,89	0,024	0,201	
	Codo	-	-	-	0,073	
	E'-F'	$10^{-04}$	29204,89	0,024	0,140	
<b>Total ramal más desfavorable - Cocina</b>						<b>0,81</b>

**Tabla 37.** Cálculos de pérdidas de presión en tuberías de ACS parte 2. Fuente: Elaboración propia

Así pues, la instalación se compone de un primer tramo general de tuberías de cobre de diámetro 22mm que se deriva en dos ramales, uno para el baño con diámetro 18mm y otro para la cocina con diámetro 22mm. Las derivaciones en el baño se producen con tuberías de diámetro 18mm y las derivaciones a la cocina se producen con tuberías de diámetro 16mm. Las pérdidas de



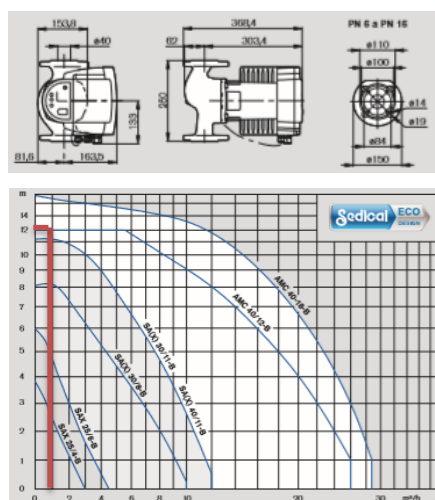
presión que se producen desde el interacumulador al último aparato del baño son de 0,61 m.c.a., mientras que las que se producen en el tramo más desfavorable, desde el interacumulador al último aparato de la cocina son de 0,81m.c.a. Al partir el caudal de agua desde el acumulador, no presenta presión inicial suficiente como para suplir las pérdidas, por lo que se hace necesario dimensionar un grupo de bombeo.

Para el cálculo del grupo de bombeo, se hace necesario conocer las pérdidas de presión en el tramo más desfavorable que ha de salvar, la altura de aspiración (dependiente de la ubicación en altura de la bomba), la altura geométrica (dependiente de la altura a la que ha de elevar el agua) y el caudal que circula por la misma [Tabla 38]. En base a esos datos, se podrán calcular tanto la presión de arranque de la bomba como la presión de parada, a la vez que se podrán comparar con los datos ofrecidos por los fabricantes de las bombas para elegir la más adecuada para cada situación.

Ha(altura aspiración):	1,63	m
Hg (altura geométrica):	0	m
Pc (perdida carga tramo más desfavorable)	0,81	m.c.a.
Pr (presión residual):	10,2	m.c.a.
Q: (caudal punta)	0,26	L/s
Q: (caudal punta)	0,94	m3/h
Presión de arranque: $P_{min} = H_a + H_g + P_c + P_r$	12,64	m.c.a.
Presión de parada: $P_{max} = P_{min} + 20 \text{ m.c.a.}$	32,64	m.c.a.

**Tabla 38.** Datos para elección de la bomba de impulsión de ACS. Fuente: Elaboración propia

Se eligió la bomba monofásica para ACS de pared, modelo AMC 40/18-B de la casa comercial Sedical, por adaptarse de forma adecuada a los parámetros descritos en la tabla anterior. Las características técnicas de la bomba se muestran en la ficha técnica correspondiente a la misma, en el apartado 'Anexos: Instalación de abastecimiento de A.C.S'.



**Figura 88.** Bomba Sedical AMC 40/18-B y curva característica. Fuente: Catálogo - <https://www.sedical.com/Descargas/bombas-circuladoras/13000640-2017.03.pdf>

Para definir los niveles de aislamiento se siguen las tablas del Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE) [Fig.89-92], que determinan los valores de espesor del aislamiento en función del diámetro de los conductos.

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

**Figura 89.** Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios. Fuente:

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	35	35	40
$35 < D \leq 60$	40	40	50
$60 < D \leq 90$	40	40	50
$90 < D \leq 140$	40	50	60
$140 < D$	45	50	60

**Figura 90.** Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior de edificios. Fuente: <https://www.andimat.es/storage/22-24.pdf>

Diámetro exterior (mm)	Temperatura mínima del fluido (°C)		
	-10...0	> 0...10	> 10
$D \leq 35$	30	20	20
$35 < D \leq 60$	40	30	20
$60 < D \leq 90$	40	30	30
$90 < D \leq 140$	50	40	30
$140 < D$	50	40	30

**Figura 91.** Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el interior de edificios. Fuente: <https://www.andimat.es/storage/22-24.pdf>

Diámetro exterior (mm)	Temperatura mínima del fluido (°C)		
	> -10...0	> 0...10	> 10
$D \leq 35$	50	40	40
$35 < D \leq 60$	60	50	40
$60 < D \leq 90$	60	50	50
$90 < D \leq 140$	70	60	50
$140 < D$	70	60	50

**Figura 92.** Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el exterior de edificios. Fuente: <https://www.andimat.es/storage/22-24.pdf>

En base a los espesores mínimos establecidos por el RITE, el circuito primario deberá estar aislado como mínimo por 40 mm de aislamiento, mientras que el circuito secundario de la vivienda deberá estar aislado como mínimo con 25mm de aislamiento.

### **6.2.2.2. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA FRÍA SANITARIA**

Como ya se ha mencionado, el objetivo principal de este documento es el planteamiento de una vivienda autosuficiente. Por ello, se plantea la desconexión total de las redes de abastecimiento energético y de agua y de la red de saneamiento. Consecuentemente, para conseguir un abastecimiento continuado de agua en la vivienda, se hace necesario plantear un sistema de recogida, bien por medio de un pozo o bien por medio de recogida de aguas pluviales. En este caso, debido a las dificultades de la disposición de un pozo en un espacio urbano y a los impedimentos legislativos que ello conlleva, se plantea como solución la recogida de agua de lluvia y su adecuado tratamiento, para conseguir aportar el consumo total de la vivienda.

Si bien la legislación vigente aplicable; *REAL DECRETO 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano*, como recoge en su Artículo 3, apartado F: “*Todas aquellas aguas de consumo humano procedentes de un abastecimiento individual y domiciliario o fuente natural que suministre como media menos de 10 m3 diarios de agua, o que abastezca a menos de 50 personas*” (Presidencia 2003a); exime del cumplimiento de la misma a la vivienda caso de estudio. Sin embargo, para garantizar la calidad y salubridad del agua, además de la recogida en sí misma, se someterán las aguas de lluvia a un proceso de potabilización, adoptando los criterios de calidad del agua impuestos por la legislación como plan de actuación para el tratamiento de dicha agua.

En esencia, el tratamiento de potabilización consistirá en imitar el proceso realizado en grandes plantas potabilizadoras, reduciéndolo a una escala doméstica; dichas plantas lleva a cabo la potabilización siguiendo 3 etapas: sedimentación, filtración y desinfección. Cada una de dichas

etapas puede realizarse siguiendo diversos métodos que varían en función de las características de la fuente natural de agua y a su vez, de la composición química de la misma. Es por ello por lo que se hace necesario disponer de un estudio bioquímico del agua recogida, para conocer todas sus características (pH, relación conductividad/dureza, etc.) y adaptar las medidas a tomar en función de las necesidades reales del agua a tratar; sin embargo al tratarse este documento de un estudio enteramente teórico y, dado que la vivienda caso de estudio no se ha construido, dicho estudio tampoco se ha podido realizar, ya que se hace imposible la toma de muestras in situ para su posterior análisis bioquímico. Por ello, respecto a las medidas a tomar para la potabilización del agua de lluvia, se escogerán suponiendo que las condiciones del agua recogida requieren de diversos tratamientos, para paliar las posibles amenazas.

Teniendo clara la necesidad de un correcto estudio de las condiciones, tanto previas como posteriores a la potabilización del agua, para poder conseguir realmente el autoabastecimiento de agua, se ha de estudiar entonces las condiciones climáticas de la zona para conocer la intensidad pluviométrica de la misma. Los datos relativos a la lluvia se determinan a partir de los valores climatológicos normales de Oviedo, ofrecidos por la Agencia Estatal de Meteorología. Estos datos suponen una media aritmética de las condiciones climatológicas que se han dado en la ubicación seleccionada entre 1981 y 2010, por lo que se consideran una representación fiable de lo que pueda ocurrir en temporadas futuras (Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). Gobierno de España 2010).

El conjunto de valores se resume en la tabla 13, donde aparecerá, por este orden: la temperatura media mensual/anual, la temperatura media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias, la temperatura media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias, la precipitación mensual/anual media, la humedad relativa media, el número medio mensual/anual de días de precipitación igual o superior a 1mm, el número medio mensual/anual de días de nieve, el número medio mensual/anual de días de tormenta, el número medio mensual/anual de días de helada, el número medio mensual/anual de días despejados y el número medio mensual/anual de horas de sol [Tabla 39].

Mes	T °C	TM °C	Tm °C	R mm/m <sup>2</sup>	H %	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	8.3	12.0	4.6	84	76	10.7	1.4	0.7	4.9	2.9	3.4	115
Febrero	8.7	12.7	4.7	81	75	10.3	1.7	0.7	5.5	2.5	2.8	122
Marzo	10.5	14.9	6.1	78	74	10.4	0.8	1.1	5.6	0.8	3.2	153
Abril	11.3	15.7	6.8	100	76	12.2	0.3	2.1	7.2	0.1	1.7	160
Mayo	13.9	18.2	9.5	82	78	12.1	0.0	3.6	9.7	0.0	1.5	167
Junio	16.7	20.9	12.4	57	79	8.3	0.0	2.2	10.2	0.0	2.2	167
Julio	18.7	22.8	14.5	45	79	7.3	0.0	2.4	11.1	0.0	2.3	177
Agosto	19.1	23.3	14.8	56	80	7.8	0.0	2.5	11.1	0.0	2.5	176
Septiembre	17.6	22.1	13.1	66	78	7.9	0.0	1.5	9.7	0.0	3.1	166
Octubre	14.6	18.7	10.4	98	79	11.3	0.0	0.8	9.8	0.0	2.3	138
Noviembre	10.9	14.6	7.2	115	79	12.3	0.1	0.9	7.4	0.3	2.6	109
Diciembre	8.9	12.4	5.3	98	77	11.7	0.6	0.8	5.4	2.6	3.6	105
Año	13.3	17.4	9.1	960	78	122.3	5.0	19.4	97.6	9.1	31.3	1756

**Tabla 39.** Valores climatológicos normales de Oviedo. Fuente: AEMET -  
<http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos?l=1249l&k=ast>

Como se puede observar en la tabla anterior, la oferta de lluvia anual es de 960l/m<sup>2</sup> al año. Para recoger ésta cantidad de agua de lluvia, se dispone de la cubierta de la vivienda, de 50m<sup>2</sup> y de la superficie pavimentada a cota 0 en la parcela, de 80m<sup>2</sup>. Dichas superficies pavimentadas han de disponer de unas condiciones libres de contaminantes que puedan elevar el grado suciedad que

puede arrastrar el agua de lluvia, equiparándose a la zona de la cubierta de la vivienda, por ello, se plantea una parte de la parcela, marcada en los planos, donde se limita el espacio apto para el aparcamiento de coches o zona de lavado de los mismos y, en definitiva, el espacio donde se deberán llevar a cabo las actividades que puedan ocasionar algún tipo de contaminantes como grasas, productos de limpieza, etc. El espacio es compartido para otras tareas debido a que en las calles que rodean la parcela hay espacio de estacionamiento para los vehículos de las residencias contiguas, por lo que el espacio para aparcamiento es elevado. Así pues, se disponen de 130m<sup>2</sup> para recoger y canalizar el agua de lluvia que cae sobre la parcela.

Para conocer si la cantidad de agua de lluvia recolectada es suficiente para cubrir la demanda de la vivienda, es necesario establecer unos valores comunes a la vivienda en cuanto a consumo. Los valores medios de consumo diario se resumen en la tabla 40 en base a los consumos generales de cada aparato (Diputación de Barcelona. Área de Medio Ambiente. 2010).

	L/uso	Uso (nº veces)	n. pers.	total viv. (l)
Fregadero	30	3,5	1 (común)	105
Lavabo	2	3	3	18
Ducha	40	1	3	120
Wc doble descarga	6	3	3	54
Limpieza	6	1	1	6
Lavadora	50	0,4	1	20
<b>CONSUMO TOTAL DE LA VIVIENDA PLANTEADA</b>				<b>323 l</b>

**Tabla 40.** Consumo de agua de la vivienda. Fuente: Elaboración propia en base a Guía del usuario. Ahorro de agua doméstica - <https://www1.diba.cat/uliep/pdf/49525.pdf>

Sin embargo, la Organización Mundial de la Salud establece que, si se llevan a cabo buenas prácticas en la vivienda por medio de pautas de sostenibilidad y ahorro de agua, el consumo medio de agua por persona será de 100l de agua como máximo. Esto se conseguirá con una serie de pautas que se establecen en la Guía del Usuario para el ahorro de agua doméstica, basada en las sugerencias de la OMS. Así pues, llenando las lavadoras, evitando el uso continuado de éstas con poca ropa puesto que con la misma cantidad de agua se limpia menos cantidad de ropa y favoreciendo las lavadoras de bajo consumo de agua; adquiriendo aparatos dotados de sistemas de ahorro de agua como grifos con caudales más pequeños o instalando reductores de caudal en los grifos de la vivienda; y optando por un cambio en la forma diaria de consumir el agua en la vivienda, como sustituir los baños y duchas prolongadas por duchas cortas de 5 o 10 minutos o llevar un control en la apertura de los grifos y evitar pérdidas por goteos incontrolados en los mismos, se podrán conseguir los parámetros establecidos por la OMS (Diputación de Barcelona. Área de Medio Ambiente. 2010).

Por ello, se establece la demanda en 100L/persona, previendo que se dispondrán de los sistemas necesarios para conseguir dicho ahorro y que los usuarios de la vivienda harán un consumo responsable del agua de la misma (Diputación de Barcelona. Área de Medio Ambiente. 2010).

Estos sistemas comprenderán la instalación de grifería de bajo consumo en ducha, lavabo y fregadero, así como la utilización de una lavadora de bajo consumo, tanto energético como de agua. Además, se propone la ubicación de un inodoro de doble descarga, con lo cual el ahorro por descarga es notable.

Por ello, se selecciona el grifo de cocina monomando KARIM DUE ECO de la marca Galindo, el grifo de lavabo monomando L20 de la marca Roca y el set de ducha Crometta Vario Green de la marca Hansgrohe, todos ellos con un consumo de caudal de 6 l/min a 3 bares de presión.

Además, se selecciona la lavadora WTE 6511 BW de la marca Beko con una eficiencia energética A+++ tanto en ahorro energético como de agua y el inodoro Inspira Round de la marca Roca, con una cisterna de doble descarga de 4,5/3 l con alimentación inferior.

Las fichas técnicas de cada uno de los aparatos planteados anteriormente se adjuntan en el apartado 'Anexos: Sistema de abastecimiento de A.F.S.'.

La elección de aparatos y grifos reductores del consumo, permiten suponer el ahorro de 23l/día en el consumo para cumplir con el máximo establecido por la OMS de 100l/pers día. Además, el ahorro sería mayor si en la vivienda se siguiesen las pautas de comportamiento establecidas por la OMS para el ahorro de agua, sin embargo, tan solo se plantea la reducción de 23l/día puesto que las pautas de comportamiento no se pueden prever y dependerán enteramente de los inquilinos de la vivienda.

Así pues, el consumo de agua de la vivienda será de 300L/día, mientras que la demanda anual supondrá los 109500L/año.

La oferta de agua disponible para hacer frente a ese consumo dependerá de la cantidad de lluvia, la superficie de recogida disponible y un factor de corrección en función de la superficie. Así pues, la oferta de agua viene dada por la siguiente expresión (Asociación Española de Empresas de Tratamiento y Control de Aguas (AQUA ESPAÑA) 2016):

$$\text{Oferta} = \text{Superficie de recogida} \cdot \text{Pluviometría anual} \cdot \text{Coeficiente de superficie}$$

Así pues, con una superficie de 130m<sup>2</sup>, una pluviometría anual de 960mm y un factor de 0,9 se podrán conseguir 112320 litros de agua anuales. Como la Oferta supera a la demanda, se podrá llevar a cabo el autoabastecimiento de la vivienda y se establece el volumen del depósito en base a la misma.

El volumen del depósito vendrá dado por el valor de la demanda, los días de autonomía del mismo y un factor del 20% más del volumen total debido a la sedimentación que se producirá en el fondo de los elementos que logren traspasar el primer filtro de gruesos a la entrada del depósito (Asociación Española de Empresas de Tratamiento y Control de Aguas (AQUA ESPAÑA) 2016).

Se establece un periodo de reserva de 23 Días porque en los meses de verano, los más desfavorables, llueve una media de 7 días por lo que hay que conseguir la autonomía para el resto de días del mes. Así pues, se calcula el volumen del depósito en función de la expresión (Asociación Española de Empresas de Tratamiento y Control de Aguas (AQUA ESPAÑA) 2016):

$$Vd = D \cdot Fd \cdot P$$

Dónde:

Vd: Volumen del depósito en L

D: Volumen de agua para la cual ha de tener capacidad el depósito (en este caso la Oferta antes calculada) en L

Fd: Factor de sobredimensionado del 20%

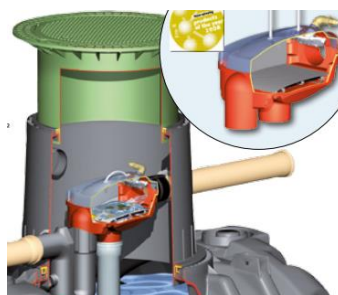
P: Periodo de reserva

En base a la fórmula antecitada, se determina que el depósito ha de tener un volumen mínimo de 8280 litros. Por ello, se selecciona el modelo CARAT XL de 8500L de la marca comercial GRAF [Fig.93], cuyas características técnicas se detallan en el 'Anexos: Sistema de abastecimiento de A.F.S.'.(GRAF 2019b).



**Figura 93.** Depósito GRAF CARAT XL. Fuente: <https://www.grafiberica.com/depositos-soterrados.html>

Previamente al depósito, se prevé la ubicación de una malla en los canalones y bajantes para evitar la entrada de animales y objetos gruesos a las canalizaciones que llevan al mismo. Además, en la entrada del depósito se colocará un primer filtro, el filtro autolimpiante Optimax [Fig.94] de la marca GRAF, que evitará el paso de gran cantidad de sustancias gracias a su malla de 0,35mm y su conformación por medio de tres capas de filtrado: un filtro de acero inoxidable, una capa intermedia de filtrado y una última capa de superficie de recogida (GRAF 2019b).



**Figura 94.** Filtro GRAF Optimax autolimpiante. Fuente: <https://www.grafiberica.com/depositos-soterrados.html>

Como la vivienda caso de estudio no desarrollará una dotación de agua elevada, el proceso de depuración y potabilización empieza en el propio tanque de recogida y almacenaje; donde éste además de servir para la recogida, desempeñará la etapa de decantación (floculación-sedimentación), en la cual los sólidos en suspensión aún presentes, se irán depositando en el fondo del tanque. Durante esta etapa inicial, es recomendable añadir una serie de compuestos químicos (Hipoclorito de calcio, sulfatos ferrosos, etc.) con el fin de provocar una floculación más eficaz (proceso por el cual a través de compuestos químicos, provoca que los sólidos en suspensión en un líquido se junten y al hacerlo, se depositen en el fondo del recipiente contenedor) (Weber 1979).

Además de todo ello, también es necesario destacar que respecto al mantenimiento del tanque recolector-decantador, éste cuenta con una válvula situada en la parte inferior, donde periódicamente se evacuarán el agua y los sedimentos depositados en el fondo, con el fin de evitar la putrefacción de los sedimentos y favorecer una mayor limpieza del mismo.

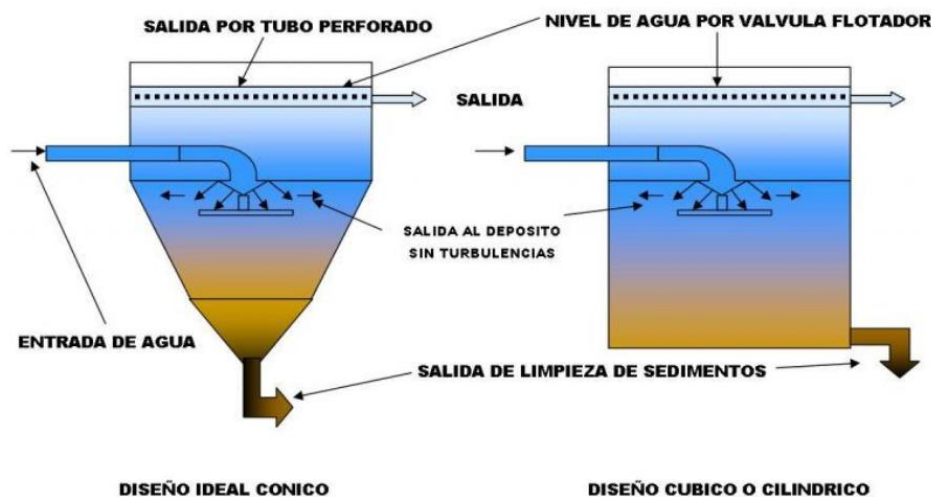


Figura 95. Diseño de depósitos decantadores. Fuente: <http://www.guiapurificadoresdeagua.com>

Como se ha explicado anteriormente, la instalación de recogida de pluviales cuenta con dos depósitos, uno para la recogida y decantación y un segundo depósito para la acumulación del agua potabilizada, que será el que abastezca la vivienda. El transporte del agua desde el tanque recolector-decantador al de almacenamiento se llevará a cabo mediante una bomba sumergible. Sin embargo, no sólo basta con eliminar las partículas que flotan en el agua, sino que se hace imperativo desinfectar el agua recogida y eliminar cualquier elemento patógeno presente (Yolanda y Cárdenas [sin fecha]).

La siguiente etapa necesaria para la potabilización del agua es la desinfección, donde se eliminarán todos los posibles patógenos presentes. Si bien no es necesario utilizar ambos sistemas, se han seleccionado la cloración y la eliminación de patógenos por exposición a rayos ultravioletas para asegurar una desinfección total del agua (DAVID CASERO RODRÍGUEZ, 2007). Para ello se colocará el filtro de rayos ultravioletas a la salida del tanque recolector-decantador, de tal forma que a la entrada del agua al depósito de consumo o acumulación, el nivel de patógenos sea mínimo, favoreciendo así la no proliferación de microorganismos en el tanque de almacenamiento. Sin embargo para alcanzar unos niveles excelentes de salubridad y calidad para el agua, se añadirá un sistema más sensible para la cloración, donde una bomba dosificadora de cloro analizará la composición del agua almacenada y la concentración de cloro, de tal forma que en se mantenga una concentración constante e imposibilite la formación de microorganismos en el depósito (CECIBEL IDROVO 2009).

Llegados a este punto, casi se habrían conseguido una calidad y salubridad óptimas, acordes a los estándares recogidos en el *RD 140/2003* por el que se regula la calidad del agua para consumo humano, en el Anexo I, en los apartados A y B. Sin embargo, con la finalidad de regular otros aspectos sobre la composición del agua como la turbiedad o el pH, teniendo en cuenta que con los procesos anteriores de potabilización se encontrarían dentro los niveles aceptados, también se incluirá un filtro de carbón activado granular, justo entre el filtro de rayos uva y la bomba dosificadora de cloro, situada en la entrada del tanque de almacenamiento. La razón de añadir un filtro de carbón activo, a pesar de que no elimina bacterias, virus, hongos o patógenos biológicos, se basa en contrarrestar posibles contaminantes que pueda contener el agua de lluvia como puedan ser metales pesados; como el radón, plomo, cadmio o hierro, procedentes de la descomposición de tuberías; mercurio, cobre o manganeso, provenientes de la actividad humana en el medio; o una amplia gama de químicos como compuestos volátiles (combustibles, bifenilos policlorados, dioxinas y desechos radioactivos, clorurados, trihalometanos, pesticidas, herbicidas, etc.), nitratos, minerales disueltos etc.; de tal modo que según el agua fluya a través del filtro, toda sustancias nocivas y contaminantes que no hayan sido eliminados en la etapa de desinfección por el filtro de rayos ultravioletas y la bomba dosificadora de cloro, se absorberá o

se adherirá a la superficie de los millones de micro poros de los gránulos de carbón activado (Yolanda y Cárdenas [sin fecha]). Otras ventajas fundamentales de colocar un filtro de estas características, son sin duda mejorar tanto el color como el sabor del agua a consumir, a pesar de que a priori no serían necesarios para la vivienda caso de estudio (DAVID CASERO RODRÍGUEZ, 2007; Yolanda & Cárdenas, s. f.).



**Figura 96.** Filtro de carbón activado, carcasa y filtro. Fuente: <https://www.atlasfiltri.com>

Por último, es necesario destacar que en función de la dureza del agua, en determinadas zonas también es necesario añadir un tratamiento para paliar la escasez o la sobre abundancia de minerales, ya que la falta de éstos ha de ser garantizada y la sobre abundancia debe reducirse, ambos por motivos biológicos. Dicha dureza puede conocerse realizando un análisis del agua tomando una muestra in situ, estudio que como se explicó anteriormente, no se dispone del mismo, es por ello por lo que no se propone ninguna medida de actuación, aun así, tratándose de recogida de aguas pluviales no debería necesitarse ninguna medida de actuación respecto a la dureza del agua (Yolanda y Cárdenas [sin fecha]; CECIBEL IDROVO 2009; DAVID CASERO RODRÍGUEZ 2007).

Como depósito de agua potable, necesario para el almacenamiento del agua depurada, se seleccionó el deposito Platin de la marca GRAF de 1500L [Fig.97], que permite una autonomía de 5 días, al cual irá llegando paulatinamente el agua depurada conforme se va consumiendo la que ya está presente en el depósito (GRAF 2019a). Se evitaron los depósitos demasiado grandes para evitar el estancamiento del agua durante muchos días.



**Figura 97.** Depósito de agua potable GRAF Platin 1500L. Fuente: <https://www.grafiberica.com/agua-potable/depositos-soterrados/platin-agua-potable.html>

Las bombas necesarias para mover la totalidad del caudal de agua que se ha de consumir en la vivienda, tanto entre depósitos como hacia el interior, son todas del mismo modelo. Se seleccionó el modelo de bomba sumergible Integra INOX de la marca GRAF [Fig.98], apta para caudales de hasta 3000l/h y capaz de suministrar la presión necesaria para la vivienda, calculada a continuación, puesto que puede suministrar hasta 4 bares de presión.



**Figura 98.** Bomba sumergible GRAF Integra INOX. Fuente: <https://www.grafiberica.com/depositos-soterrados.html>



Para la etapa de desinfección (cloración y eliminación por rayos ultravioletas) se escogerán equipos que no solo cumplan su función, sino que además sean eficientes eléctricamente para no sobre exigir a la instalación fotovoltaica. Para la bomba dosificadora de cloro, se ha seleccionado Bomba Dosificadora HC997 PI 02-08 de la marca Filtec, proporcional al caudal en conjunto con un contador-emisor de impulsos de 2 l/h a 8 bares. Por otra parte, para el filtro de rayos uva, se seleccionó el Esterilizador VIQUA UV-D4, también de la marca Filtec, el cual tiene una vida útil de la lámpara de 7500 horas o dos posibles módulos de configuración electrónica.



**Figura 99.** Bomba dosificadora HC997 PI 02-08 y filtro Esterilizador VIQUA UV-D4. Fuente: <https://www.depuradoras.es>

Para la última etapa del tratamiento del agua, se seleccionó un filtro de carbón activado granular de la marca ATLAS filtri, PLUS 3BPX y cartuchos de carbono activado LA BX. El filtro no necesita ningún tipo de mantenimiento y la vida útil del cartucho de carbón es de aproximadamente 3 meses, el cual ha de cambiarse con tal periodicidad.

En lo relativo al circuito de A.F.S. interior a la vivienda, se dimensiona dicho circuito en función de la velocidad adecuada para evitar molestias sonoras (de Isidro Gordejuela et al. 2012; Alonso González Lezcano et al. 2013; Alonso González Lezcano, Bautista Echevarría Trueba y Sancho Alambillaga 2014) y el caudal punta que circulará por dicho circuito determinado a partir de los caudales mínimos establecidos en el CTE HS4 y un factor de simultaneidad K [Tabla 41] (Meiss 2018). Dentro del cálculo de consumos se incluyen los caudales de ACS para poder introducir al depósito de acumulación la misma cantidad de agua que la que sale y poder dimensionar las tuberías que llegan al mismo.

Estancia	Aparato	Unidades	Qmin AFS l/s	Qinst. l/s	K	Qs l/s
Baño	Lavabo	1	0,1			
	Ducha	1	0,2	0,4	0,75	0,30
	Inodoro	1	0,1			
Cocina	Fregadero	1	0,2			
	Lavadora	1	0,2	0,4	1,03	0,41
	Lavabo	1	0,065			
Deposito ACS	Ducha	1	0,1			
	Fregadero	1	0,1	0,415	1,00	0,42
	Lavadora	1	0,15			
<b>Total</b>			<b>1,215</b>	<b>1,215</b>	<b>0,51</b>	<b>0,62</b>

**Tabla 41.** Cálculo del caudal punta y simultaneo de la instalación de AFS. Fuente: Elaboración propia en base a CTE DB-HS4

Las tuberías de distribución de agua fría sanitaria se calcularán del mismo modo que las del agua caliente sanitaria, respetando las velocidades máximas de 2m/s para evitar molestias de ruido en el interior de la vivienda. Se establece una primera aproximación con una velocidad de 1,5 m/s, tras lo cual se determinará la sección de las tuberías, normalizándolas posteriormente conforme a las secciones comercializadas (Meiss 2018).

El cálculo de los diámetros de las tuberías generales y los ramales se realiza de nuevo por medio de las fórmulas expresadas a continuación (Martín 1998), mientras que para las secciones de las derivaciones individuales se toman los valores de los diámetros mínimos establecidos en el CTE DB-HS4 [Fig.100].

$$Q = A \cdot V \quad A = \frac{\sqrt{4Qs}}{\pi V_{tant}}$$

Dónde:

Q: Caudal en l/s

V: Velocidad en dm/s

A: Diámetro en dm

Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavamanos	½	12
Lavabo, bidé	½	12
Ducha	½	12
Bañera <1,40 m	¾	20
Bañera >1,40 m	¾	20
Inodoro con cisterna	½	12
Inodoro con fluxor	1- 1 ½	25-40
Urinario con grifo temporizado	½	12
Urinario con cisterna	½	12
Fregadero doméstico	½	12
Fregadero industrial	¾	20
Lavavajillas doméstico	½ (rosca a ¾)	12
Lavavajillas industrial	¾	20
Lavadora doméstica	¾	20
Lavadora industrial	1	25
Vertedero	¾	20

Figura 100. Diámetros mínimos de derivaciones a aparatos. Fuente: CTE DB-HS4

Los cálculos de los tramos generales de tuberías se resumen en la tabla 42, de tal forma que la distribución interior de la vivienda se compone de un tramo general que entra a la vivienda formado por una serie de tuberías de diámetro 32mm que, posteriormente se deriva en dos ramales, uno con derivación a la cocina y otro con derivación al depósito y al baño, ambos de 32mm de diámetro también. Este último tramo se bifurca a su vez en dos ramales, uno que se dirige al baño con 25mm de diámetro y otro que se dirige al interacumulador con 32mm de diámetro.

Tramos	Qs l/s	V tanteo dm/s	Φ diseño dm	Φ diseño mm	Φ nominal mm	Φ interior mm	V real dm/s	V real m/s
D1 (general)	0,62	15	0,23	23	32	26,2	11,50	1,15
D2 (cocina)	0,41	15	0,19	19	32	26,2	7,60	0,76
D3 (b+d)	0,51	15	0,21	21	32	26,2	9,46	0,95
D4 (baño)	0,3	15	0,16	16	25	20,4	9,18	0,92
D5 (deposito)	0,42	15	0,19	19	32	26,2	7,79	0,78

Tabla 42. Dimensionado de tramos generales de tuberías de AFS. Fuente: Elaboración propia

De nuevo, el CTE DB-HS4 exige la necesidad de asegurar que, en el grifo más desfavorable se cumplan las siguientes condiciones:

100kPa (10,2 m.c.a.) de presión mínima

500kPa (51 m.c.a.) de presión máxima

Para comprobar los requisitos exigidos por el código técnico de la edificación y determinar la necesidad de bombeo, se calculan las pérdidas de presión que sufre el circuito hasta el punto más desfavorable. Estas pérdidas se calculan por medio del diagrama de Moody, el cual relaciona el número de Reynolds (Re), la rugosidad relativa del material (εr) y la pérdida de carga

de la tubería. Además, para conocer las pérdidas de carga en piezas especiales, se utiliza, de nuevo, la fórmula específica para este fin y el factor de simultaneidad ( $K_L$ ) para cada elemento en lugar del factor de simultaneidad ( $K$ ) (Alonso González Lezcano, Bautista Echevarría Trueba y Sancho Alambillaga 2014). Dichas fórmulas se han explicado con anterioridad en el apartado 'Abastecimiento de agua caliente sanitaria: energía solar térmica'.

Para el dimensionamiento de las tuberías se toma como valores de partida los expuestos a continuación [Tabla. 43], en base a la temperatura del agua fría y a las rugosidades del PVC, material del que se componen dichas tuberías.

$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	999,77
$\mu_{10^\circ\text{C}}$ (kg/ms)	$1307 \cdot 10^{-6}$
$\varepsilon_{\text{PVC}}$ (mm)	0,0015
$\varepsilon_{\text{PVC}}$ (m)	$1,5 \cdot 10^{-6}$

**Tabla 43.** Datos de partida para cálculos de pérdidas de presión en tuberías de AFS. Fuente: Elaboración propia

Siguiendo el mismo método de cálculo del apartado antemencionado, se pueden resumir los cálculos de la instalación de agua fría sanitaria de acuerdo con la siguiente tabla [Tabla. 44-45].

Estancia	Tramo	Q <sub>inst</sub> l/s	Nº Ap.	K	K <sub>L</sub>	Q <sub>s</sub> l/s	L m	Leq	Φ nominal mm	Φ int mm	V dm/s	V m/s
General	Llave	1,215	6	-	0,05	0,62	-	-	32	26,2	11,50	1,15
	A-B	1,215	6	0,51	-	0,62	2,9	3,48	32	26,2	11,50	1,15
	Con. T	1,215	6	-	2	0,62	-	-	32	26,2	11,50	1,15
Ramal baño/dep.	B-C	0,815	4	0,63	-	0,52	0,6	0,72	32	26,2	9,50	0,95
	Codo	0,815	4	-	1,5	0,52	-	-	32	26,2	9,50	0,95
	C-D	0,815	4	0,63	-	0,52	2,51	3,012	32	26,2	9,50	0,95
	Con. T	0,815	4	-	2	0,52	-	-	32	26,2	9,50	0,95
Baño	D-E	0,4	3	0,75	-	0,30	1,19	1,428	25	20,4	9,20	0,92
	Llave	0,4	3	-	0,05	0,30	-	-	25	20,4	9,20	0,92
	E-F	0,4	3	0,75	-	0,30	0,20	0,24	25	20,4	9,20	0,92
	F-G	0,3	2	1,00	-	0,30	0,46	0,552	25	20,4	9,20	0,92
	H-I	0,2	1	1,00	-	0,20	2,68	3,216	20	16,2	9,70	0,97
Depósito	Llave	0,415	1	-	0,05	0,42	-	-	32	26,2	7,79	0,78
	D-E	0,415	1	1,00	-	0,42	4,1	4,92	32	26,2	7,79	0,78
	Llave	0,4	2	-	0,05	0,41	-	-	32	26,2	7,60	0,76
	B-C	0,4	2	1,00	-	0,41	2,20	2,64	32	26,2	7,60	0,76
Cocina	C-D	0,2	1	1,00	-	0,20	1,48	1,776	20	16,2	9,70	0,97
	Codo	0,2	1	-	1,5	0,20	-	-	20	16,2	9,70	0,97
	D-E	0,2	1	1,00	-	0,20	2,00	2,4	20	16,2	9,70	0,97
	Codo	0,2	1	-	1,5	0,20	-	-	20	16,2	9,70	0,97
	E-F	0,2	1	1,00	-	0,20	1,10	1,32	20	16,2	9,70	0,97

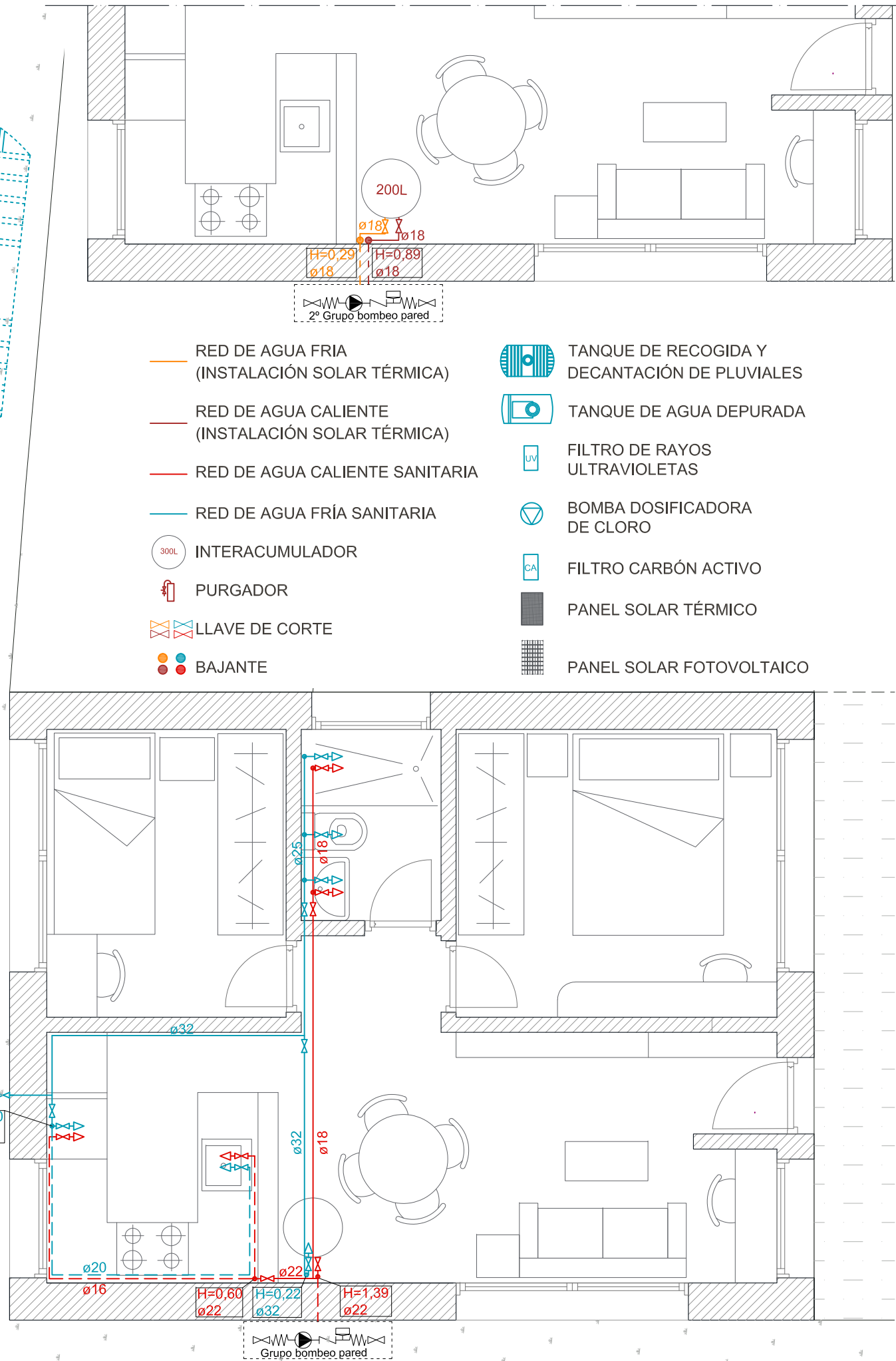
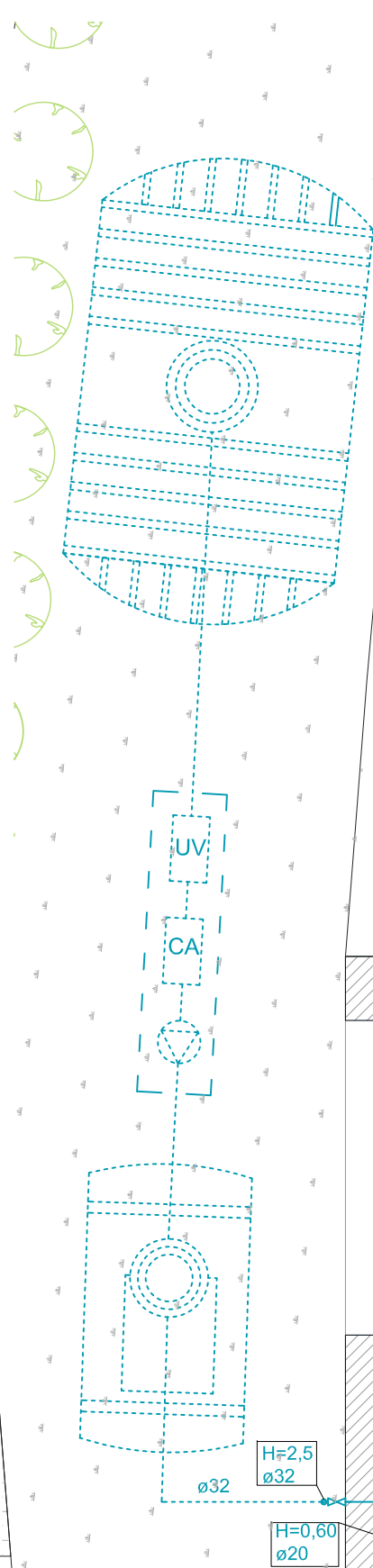
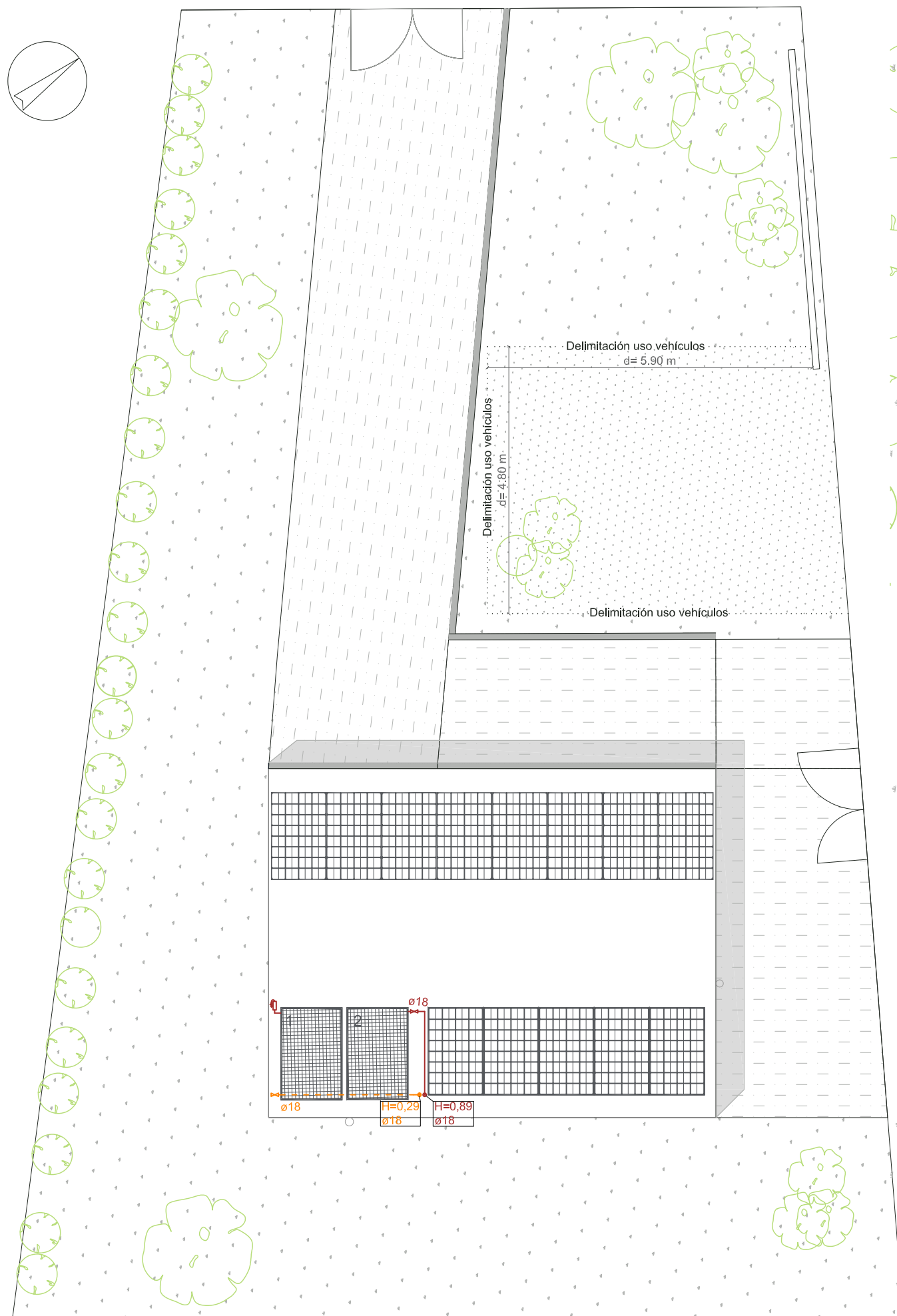
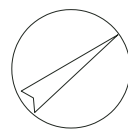
**Tabla 44.** Cálculos de pérdidas de presión en tuberías de AFS parte 1. Fuente: Elaboración propia

Estancia	Tramo	$\epsilon r$	Re	$f$	J m.c.a	J m.c.a
General	Llave	-	-	-	0,003	
	A-B	$5,72519 \cdot 10^{-5}$	23047,4905	0,0255	0,228	0,33
	Con. T	-	-	-	0,135	
Ramal baño/dep.	B-C	$5,72519 \cdot 10^{-5}$	19039,2313	0,0265	0,033	
	Codo	-	-	-	0,126	
	C-D	$5,72519 \cdot 10^{-5}$	19039,2313	0,0265	0,140	0,40
	Con. T	-	-	-	0,092	
	D-E	$7,35 \cdot 10^{-5}$	14356,2994	0,028	0,085	
Baño	Llave	-	-	-	0,002	
	E-F	$7,35 \cdot 10^{-5}$	14356,2994	0,028	0,014	0,214
	F-G	$7,35 \cdot 10^{-5}$	14356,2994	0,028	0,033	
	H-I	$9,25926 \cdot 10^{-5}$	12023,9898	0,029	0,276	
Depósito	Llave	-	-	-	0,002	
	D-E	$5,72519 \cdot 10^{-5}$	15612,1697	0,027	0,157	0,14
	Llave	-	-	-	0,001	
Cocina	B-C	$5,72519 \cdot 10^{-5}$	15231,385	0,0269	0,080	
	C-D	$9,25926 \cdot 10^{-5}$	12020,188	0,029	0,152	
	Codo	-	-	-	0,072	0,68
	D-E	$9,25926 \cdot 10^{-5}$	12020,188	0,029	0,206	
	Codo	-	-	-	0,072	
	E-F	$9,25926 \cdot 10^{-5}$	12020,188	0,029	0,113	
<b>TOTAL RAMAL MÁS DESFAVORABLE - COCINA</b>						<b>1,01</b>

**Tabla 45.** Cálculos de pérdidas de presión en tuberías de AFS parte 2. Fuente: Elaboración propia

Como la vivienda parte de un depósito de acumulación, no lleva presión suficiente para suministrar con 11,21 m.c.a. al grifo más desfavorable, sin embargo, como se mencionó anteriormente, la bomba sumergible situada en dicho depósito será capaz de suministrar la totalidad de presión y caudal en la vivienda. Además, la bomba tiene una presión máxima de 40,79 m.c.a, por lo que no sobrepasará en ningún momento los 51m.c.a máximos que establece el Código Técnico de la Edificación.

### **6.2.2.3. PLANOS DE ABASTECIMIENTO DE A.F.S. Y A.C.S.**



RED DE AGUA FRIA  
(INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA)

RED DE AGUA CALIENTE  
(INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA)

RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA

RED DE AGUA FRÍA SANITARIA

300L INTERACUMULADOR

PURGADOR

LLAVE DE CORTE

BAJANTE

TANQUE DE RECOGIDA Y  
DECANTACIÓN DE PLUVIALES

TANQUE DE AGUA DEPURADA

FILTRO DE RAYOS  
ULTRAVIOLETAS

BOMBA DOSIFICADORA  
DE CLORO

FILTRO CARBÓN ACTIVO

PANEL SOLAR TÉRMICO

PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO



### 6.2.3. SISTEMA DE SANEAMIENTO

Como sistema de saneamiento se plantea una red separativa de aguas residuales por un lado y pluviales por otro.

Comenzando con la red de residuales de la vivienda, las aguas se canalizarán por medio de tuberías de PVC que derivarán a un equipo de depuración y acumulación, el cual permitirá el tratamiento del agua para bien reutilizarla como riego de la parcela o simplemente cederla al suelo una vez depurada.

Los aparatos de la vivienda presentan sifones individuales con cierre hidráulico. Además, las derivaciones presentarán pendientes superiores al 1% y superficies interiores lisas y de fácil registro que permitan la auto-limpieza.

Para el cálculo se utilizará el concepto de "unidades de descarga" que equivale a la evacuación de 28 litros de agua en un minuto de tiempo, o lo que es lo mismo 0,47 l/s. Dicho caudal se considera equivalente a la capacidad de un lavabo y, permite expresar los caudales de evacuación de los distintos aparatos en función del mismo. Por otro lado, la Unidad de Descarga engloba el concepto de gasto y simultaneidad y, su clasificación dependerá del uso de los aparatos (Meiss, 2013).

Como método de cálculo se utilizan los parámetros establecidos en el CTE-HS5. Se calcularán los elementos desde las derivaciones individuales de cada aparato hasta los colectores comunes, dimensionando finalmente el equipo de acumulación y depuración.

El diámetro de los sifones individuales se determina por medio de la tabla 4.1 *Unidades correspondientes a los diferentes apartados sanitarios* [Fig.101] presente en el documento DB-HS5 del Código Técnico de la Edificación. Los resultados se muestran en la Tabla 46.

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bide	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoro	4	5	100	100
Con cisterna	8	10	100	100
Con fluxómetro	-	4	-	50
Urinario	-	2	-	40
Pedestal	-	3.5	-	-
Suspendido	3	6	40	50
En batería	-	-	-	40
Fregadero	3	6	40	50
De cocina	-	2	-	40
De laboratorio, restaurante, etc.	3	-	40	-
Lavadero	-	8	-	100
Vertedero	-	0.5	-	25
Fuente para beber	1	3	40	50
Sumidero sifónico	3	6	40	50
Lavavajillas	3	6	40	50
Lavadora	3	6	40	50
Cuarto de baño	7	-	100	-
(lavabo, inodoro, bañera y bidé)	8	-	100	-
Inodoro con cisterna	6	-	100	-
Inodoro con fluxómetro	8	-	100	-
Cuarto de aseo	6	-	100	-
(lavabo, inodoro y ducha)	8	-	100	-

Figura 101. Unidades correspondientes a los diferentes apartados sanitarios. Fuente: CTE DB-HS5

DERIVACIONES INDIVIDUALES			
Estancia	Aparato	Uds	Φ mm
Baño	Lavabo	1	32
	Ducha	2	40
	In.cisterna	4	100
Cocina	Fregadero	3	40
	Lavadora	3	40

Tabla 46. Diámetros de las derivaciones individuales de la vivienda. Fuente: Elaboración propia en base a CTE DB-HS5

Así pues, las derivaciones individuales a cada aparato tendrán el diámetro especificado en la tabla anterior, además, los sifones individuales deberán tener el mismo diámetro que la válvula de desagüe conectada.

Al mismo tiempo, los botes sifónicos deben tener el número y tamaño de entradas adecuado y una altura suficiente, para evitar que la descarga de un aparato sanitario alto salga por otro de menor altura. El diámetro de salida del bote sifónicos, se obtendrá a partir de las unidades de descarga y de la pendiente que tenga la tubería, aunque el diámetro más común para la salida de los colectores es de 50 mm con una pendiente del 2% (Meiss 2013).

Las derivaciones o los ramales colectores tienen un diámetro dependiente del número y tipo de aparatos sanitarios conectados a ellas y, además, tendrán una pendiente que favorecerá la evacuación del vertido.

Con la tabla *Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante* del CTE-HS5 [Fig.102] se obtiene el diámetro de las derivaciones o los ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante, según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector. Los resultados específicos para la vivienda se muestran en la Tabla 47.

	Máximo número de UD			Diámetro (mm)
	1 %	Pendiente 2 %	4 %	
-	-	1	1	32
-	-	2	3	40
-	-	6	8	50
-	-	11	14	63
-	-	21	28	75
47	60	75	90	90
123	151	181	110	110
180	234	280	125	125
438	582	800	160	160
870	1.150	1.680	200	200

Figura 102. Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante. Fuente: CTE DB-HS5

RAMALES GENERALES				
Estancia	Aparato	Uds	Total	Φ mm
Baño	Lavabo	1	3	50
	Ducha	2		

Tabla 47. Diámetros de ramales generales de la vivienda. Fuente: Elaboración propia en base a CTE DB-HS5

En cuanto a las bajantes, la vivienda al ser planta baja tan solo presenta un tramo de longitud mínima que conecta los ramales generales con el colector horizontal, sin embargo, se calculará dicho tramo según lo que especifica el documento DB-HS5 con respecto a las bajantes.

En dicho documento se establecen las siguientes especificaciones:

- No se superará el límite de  $\pm 250$  Pa de variación de presión.
- La superficie ocupada por el caudal ha de ser  $<1/3$  de la sección del tubo (lámina libre)
- Las desviaciones respecto a la vertical deberán cumplir que:
  - $<45^\circ$  - Se mantiene la sección
  - $>45^\circ$  - Aguas arriba, dimensionado normal
  - En la desviación, dimensionado como colector y pendiente del 4%
  - Aguas abajo,  $\Phi \geq$  desviación

El diámetro de las bajantes se obtuvo por medio de la tabla *Diámetro de las bajantes según el número de alturas del edificio y el número de UD* presente en el documento DB-HS5 del Código Técnico de la Edificación [Fig.103]



Máximo número de UD, para una altura de bajante de:		Máximo número de UD, en cada ramal para una altura de bajante de:		Diámetro (mm)
Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	
10	25	6	6	50
19	38	11	9	63
27	53	21	13	75
135	280	70	53	90
360	740	181	134	110
540	1.100	280	200	125
1.208	2.240	1.120	400	160
2.200	3.600	1.680	600	200
3.800	5.600	2.500	1.000	250
6.000	9.240	4.320	1.650	315

**Figura 103.** Diámetro de las bajantes según el número de alturas del edificio y el número de UD.

Fuente: CTE DB-HS5

Además, se tendrá en cuenta el mínimo recomendado de 110mm de diámetro si el inodoro está conectado a la bajante y se evitará en cualquier momento la disminución de las secciones en el sentido del flujo del agua (Meiss 2013)

Los valores de los diámetros de las bajantes de la vivienda se resumen en la tabla a continuación [Tabla 48].

BAJANTES DE LA VIVIENDA					
Estancia	Aparato	Uds	Total	Φ especificado CTE (mm)	Φ real (mm)
Baño	Lavabo	1			
	Ducha	2	7	50	110
	Inodoro Cisterna	4			
Cocina	Fregadero	3	6	50	50
	Lavadora	3			

**Tabla 48.** Diámetros de bajantes de la vivienda. Fuente: Elaboración propia en base a CTE DB-HS5

En cuanto a los colectores horizontales, se dimensionan para funcionar a media de sección, hasta un máximo de tres cuartos de sección, bajo condiciones de flujo uniforme (Meiss 2013).

El diámetro de los colectores horizontales, tanto enterrados como colgados, se obtiene en la tabla *Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UD y la pendiente* adoptada presente en el DB-HS5 [Fig.104], mostrada a continuación, donde se marcan los valores específicos de la vivienda.

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
1 %	Pendiente 2 %	4 %	
-	20	25	50
-	24	29	63
-	38	57	75
96	130	160	90
264	321	382	110
390	480	580	125
880	1.056	1.300	160
1.600	1.920	2.300	200
2.900	3.500	4.200	250
5.710	6.920	8.290	315
8.300	10.000	12.000	350

**Figura 104.** Diámetro de los colectores horizontales según el número máximo de UD y la pendiente.

Fuente: CTE DB-HS5

El diseño de esta red se realiza mediante tramos en los cuales se irán acoplando las diferentes bajantes, por lo que se aumentará el diámetro de los mismos a medida que se unen al colector las bajantes.

Según la tabla del CTE DB-HS5, el diámetro de los ramales horizontales debería ser de 50mm, sin embargo, al estar conectados inodoros a la bajante y, posteriormente a dicho colector, se recomienda un diámetro mínimo de 125-160mm (Meiss 2013).

Por ello, el diámetro del colector será de 50 mm con 2% de pendiente en el tramo donde sólo esté conectada la bajante de la cocina y, de 125mm con un 2% de pendiente, en el tramo donde se conecte también la bajante del baño.

En cuanto a las dimensiones de las arquetas, se utiliza los valores que presenta el CTE DB-HS5 en su tabla *Dimensiones de las arquetas* [Fig.105]. Así pues, las arquetas del primer tramo de colectores (cocina) tendrá dimensiones de 40x40cm, mientras que las del segundo tramo de colectores (cocina y baño) tendrán dimensiones de 50x50cm.

	100	150	200	250	300	350	400	450	500
Diámetro del colector de salida [mm]									
L x A [cm]	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90	90 x 90

Figura 105. Dimensiones de las arquetas. Fuente: CTE DB-HS5

La red de evacuación de aguas residuales finalizará en un depósito de depuración, que permitirá la total desconexión de la red general de alcantarillado y la posible reutilización de las aguas con futuros fines de riego de las zonas verdes de la parcela. Así pues, el consumo de agua en la vivienda disminuirá notablemente, al reutilizar las aguas residuales para dicho fin, teniendo en cuenta que el consumo de agua para riego suele ser de 5-10 l/m<sup>2</sup> de jardín en una vivienda unifamiliar.

Se estudiaron dos tipos de depuración:

- De filtro biológico: Permite el tratamiento biológico de las aguas residuales gracias a dos etapas. En la primera, entra el agua y decanta los fangos en el fondo del depósito y, posteriormente, el agua pasa por un filtro de lecho biológico. Así, el agua sale del depósito depurada y se puede drenar al exterior, sin embargo, el uso del agua depurada mediante este sistema no se puede utilizar para regar el jardín y, además, hay que tener cuidado con los productos químicos con los que se pueda mezclar las aguas residuales de la vivienda, pues pueden ser perjudiciales para el filtro biológico. Como aspecto positivo, el proceso no consume energía lo que significa que es más eficiente que otras opciones (WATERPLAS 2007).
- De oxidación total: Permite el tratamiento de aguas residuales por medio de una depuración que se realiza en una cámara donde entra el agua y donde, gracias a una inyección de oxígeno, se activan una serie de microorganismos que permiten la descomposición de los fangos. Para finalizar, se para el proceso de inyección de oxígeno, permitiendo así que los fangos se depositen por gravedad al fondo del tanque y que el agua limpia se pueda extraer al exterior. Este sistema permite utilizar el agua para riego de jardines y no presenta las dificultades con los químicos que presenta el proceso anterior, sin embargo como parte negativa, consume electricidad para provocar la inyección de oxígeno y sólo permite el riego de la parcela por goteo, debido a que el agua no sale un 100% depurada (WATERPLAS 2007).

Finalmente, y con motivo de conseguir la máxima eficiencia en la vivienda, se opta por un proceso de depuración por medio de Oxidación total, ya que, aunque produzca un gasto de energía, permitirá el máximo ahorro de agua y no necesitará tanto mantenimiento y cuidados como un depósito de filtro biológico. Además, los nuevos avances tecnológicos permiten que el gasto de energía procedente de inyectar oxígeno a las aguas residuales sea bastante bajo.

Se elige el sistema de depuración One2clean de la marca GRAFT de 2700l [Fig.106] y, posteriormente a esa depuradora, se dispondrá del elemento de drenaje denominado Túnel de drenaje de la marca GRAFT de 300l [Fig.107] para permitir el filtrado progresivo del agua al terreno, evitando cualquier problema derivado de una continua descarga de agua sobre la misma zona en periodos prolongados de tiempo.



**Figura 106.** Sistema de depuración One2Clean. Fuente: Catálogo GRAFT disponible en <https://www.grafiberica.com/>



**Figura 107.** Túnel de drenaje. Fuente: Catálogo GRAFT disponible en <https://www.grafiberica.com/>

Previamente al sistema de depuración se plantea un sistema de separación de grasas, que evitará que dichas sustancias nocivas lleguen al tanque de depuración, puesto que son realmente difíciles de eliminar y afectan notablemente al agua, contaminándola con tan solo una mínima parte en contacto con la misma.

Como se quiere evitar, en la medida de lo posible, la mayor contaminación del agua que se devuelve al medio y del propio suelo de la parcela, se ubicará un mini-separador de grasas de 60l de la marca GRAFT en el desagüe del fregadero de la cocina que permita dicha separación [Fig.108], ya que es donde existe la posibilidad de verter este tipo de sustancias.



**Figura 108.** Mini-separador de grasas. Fuente: Catálogo GRAFT disponible en <https://www.grafiberica.com/>

Una vez dimensionado la red de aguas residuales, se procede a dimensionar la red de aguas pluviales de la vivienda, también de la forma definida por el Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico HS5.

Para el dimensionado de la red de saneamiento de pluviales se hará necesario conocer la intensidad pluviométrica de Oviedo. Dicha intensidad pluviométrica se determina a partir del mapa pluviométrico de España, proporcionado por el CTE [Fig.109]. En él, se puede Observar que Oviedo, marcado con una circunferencia roja en la imagen, pertenece a la zona pluviométrica A y a la Isoyeta 30.

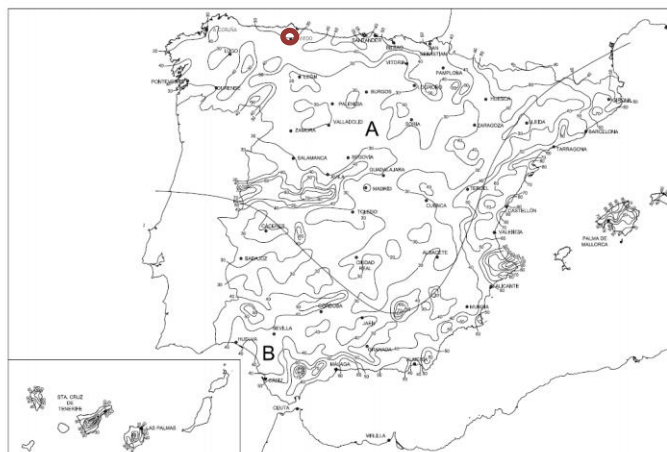


Figura 109. Mapa pluviométrico de España. Fuente: CTE DB-HS5

En base a los valores del mapa y a la tabla de Intensidades pluviométricas del CTE [Fig.110], se puede definir la intensidad pluviométrica de Oviedo con un valor de 90mm/h.

Isoyeta	Intensidad Pluviométrica $i$ (mm/h)											
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Zona A	30	65	90	125	155	180	210	240	275	300	330	365
Zona B	30	50	70	90	110	135	150	170	195	220	240	265

Figura 110. Tabla de Intensidades pluviométricas. Fuente: CTE DB-HS5

La normativa, por defecto, ha realizado todas las tablas de dimensionado de la red de pluviales para una intensidad pluviométrica media de 100 mm/h, pero para un régimen con intensidad pluviométrica diferente de 100 mm/h, debe aplicarse un factor  $f$  de corrección a la superficie servida tal que:

$$f = \frac{i}{100}$$

El número de sumideros presentes en la cubierta se determina en función de la superficie de la misma y según una tabla ofrecida por el CTE. Como dicha tabla está pensada para zonas con intensidades pluviométricas de 100mm/h, la superficie de la cubierta se corregirá por medio del factor  $f$ , de forma que:

$$S_{\text{corregida}} = S_{\text{real}} \cdot f$$

Así, se podrán establecer los valores de los diámetros de las tuberías de la red de aguas pluviales en función a las tablas que ofrece el CTE DB-HS5.

Los valores de las superficies corregidas se pueden observar en la siguiente tabla.

$f_{\text{oviedo}}$	0,9	$f_{\text{oviedo}}$	0,9	$f_{\text{oviedo}}$	0,9
$S_{\text{cubierta}} \text{ m}^2$	50	$S_{\text{terrazza 1}} \text{ m}^2$	40	$S_{\text{terrazza 2}} \text{ m}^2$	40
$S_{\text{corregida1}} \text{ m}^2$	45	$S_{\text{corregida2}} \text{ m}^2$	36	$S_{\text{corregida3}} \text{ m}^2$	36

Tabla 49. Superficies corregidas de la vivienda para la intensidad pluviométrica de Oviedo.

Fuente: Elaboración propia

El diámetro nominal del canalón de evacuación de aguas pluviales de sección semicircular para una intensidad pluviométrica de 100 mm/h se obtiene en la tabla *Diámetro del canalón para un*

*régimen pluviométrico de 100 mm/h* del DB-HS5 [Fig.111], en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve.

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m <sup>2</sup> )				Diámetro nominal del canalón (mm)
Pendiente del canalón				
0.5 %	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

**Figura 111.** Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h. Fuente: CTE DB-HS5

Como la sección del canalón planteada no es semicircular, como se pudo ver en la sección constructiva de la vivienda el capítulo de presentación de la misma; la sección cuadrangular equivalente debe ser un 10 % superior a la obtenida como sección semicircular.

En cuanto al diámetro de las bajantes, se determina por la tabla *Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100mm/h* que muestra el CTE DB-HS5 [Fig.112].

Superficie en proyección horizontal servida (m <sup>2</sup> )	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

**Figura 112.** Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100mm/h. Fuente: CTE DB-HS5

Los valores de dimensionado de los canalones y las bajantes de aguas pluviales de la vivienda objeto de estudio se resumen en la tabla que se presenta a continuación.

S <sub>corregida</sub>	45	S <sub>corregida2</sub>	36	S <sub>corregida3</sub>	36
Pte canalón %	2	Pte canalón %	2	Pte canalón %	2
Φ canalón mm	100	Φ canalón mm	100	Φ canalón mm	100
Φ can. recto mm	110	Φ can. recto mm	110	Φ can. recto mm	110
Φ bajante mm	50	Φ bajante mm	50	Φ bajante mm	50

**Tabla 50.** Datos de canalones y bajantes para recogida de agua de lluvia en la vivienda. Fuente: Elaboración propia

Para determinar el diámetro de los colectores de la red de aguas pluviales, hay que tener en cuenta que los colectores se calculan a sección llena en régimen permanente, tal y como lo especifica el CTE. Los diámetros de la vivienda se establecen en función de la tabla *Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100mm/h* proporcionada por el DB-HS5 [Fig.113] y se resumen en la tabla 51.

Superficie proyectada (m <sup>2</sup> )			Diámetro nominal del colector (mm)
Pendiente del colector			
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

**Figura 113.** Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100mm/h. Fuente: CTE DB-HS5

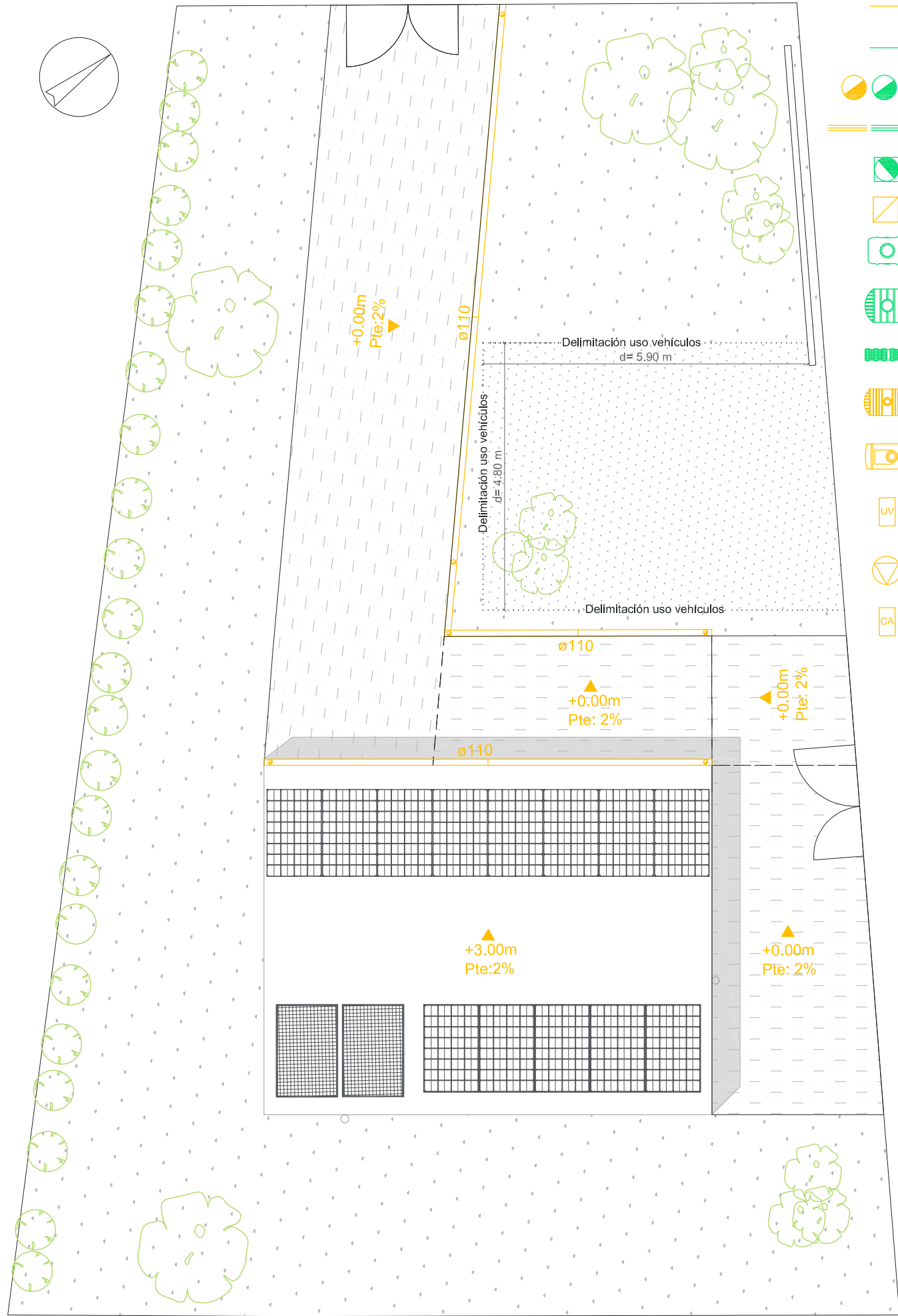
Colector 1 mm	90	S.acum m <sup>2</sup>	45	Pte %	2
Colector 2 mm	90	S.acum m <sup>2</sup>	36	Pte %	2
Colector 3 mm	90	S.acum m <sup>2</sup>	36	Pte %	2
Colector 4 mm	90	S.acum m <sup>2</sup>	45	Pte %	2
Colector 5 mm	90	S.acum m <sup>2</sup>	36	Pte %	2
Colector 6 mm	90	S.acum m <sup>2</sup>	72	Pte %	2
Colector 7 mm	90	S.acum m <sup>2</sup>	117	Pte %	2

**Tabla 51.** Datos de colectores generales para recogida de agua de lluvia en la vivienda.  
Fuente: Elaboración propia

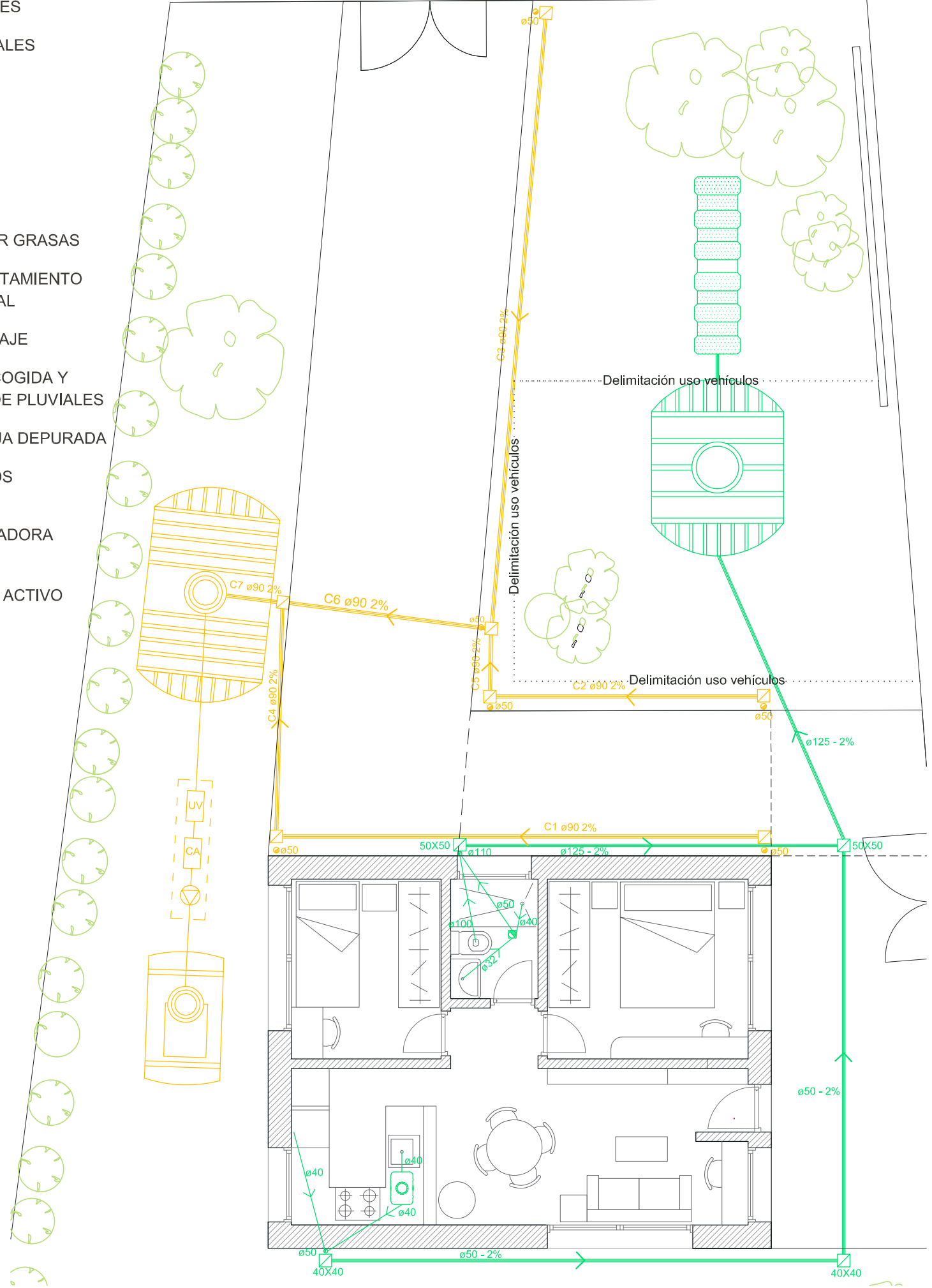
El agua de lluvia recogida se almacenará en el depósito de recogida de pluviales descrito en el apartado 'Sistema de abastecimiento de agua fría sanitaria', que será el punto inicial de su tratamiento y depuración para así poder abastecer la totalidad del agua de la vivienda, tal y como ya se ha explicado en dicho apartado, consiguiendo así la autosuficiencia en términos de agua.

#### **6.2.3.1. PLANOS DE LA RED DE SANEAMIENTO SEPARATIVA DE LA VIVIENDA**





- RED DE PLUVIALES
- RED DE RESIDUALES
- BAJANTE
- COLECTOR
- BOTE SIFÓNICO
- ARQUETA
- MINI-SEPARADOR GRASAS
- TANQUE DE TRATAMIENTO OXIDACIÓN TOTAL
- TUNEL DE DRENAJE
- TANQUE DE RECOGIDA Y DECANTACIÓN DE PLUVIALES
- TANQUE DE AGUA DEPURADA
- FILTRO DE RAYOS ULTRAVIOLETAS
- BOMBA DOSIFICADORA DE CLORO
- FILTRO CARBÓN ACTIVO





#### **6.2.4. SISTEMA DE CALEFACCIÓN**

Los sistemas de climatización de la vivienda podrían abarcar tanto la calefacción como la refrigeración de la misma, sin embargo y como se muestra en el capítulo de las simulaciones de la vivienda con *Design Builder*, el periodo de verano en Oviedo no presenta unas condiciones exteriores que determinen la necesidad de climatización de los espacios interiores. Además, las condiciones ambientales de las estancias interiores en dicho periodo son confortables sin necesidad de climatización, llegando incluso, el programa, a considerar la falta de confort interior por frío en meses que se consideran parte del periodo de verano.

Por otro lado, las características propias de la vivienda objeto de estudio en cuanto a forma y sistema constructivo, sumadas a una buena praxis en el caso de su futura ejecución y construcción, permiten que la demanda de calefacción en los meses fríos se reduzca notablemente. A ello se le suma la mejora de las condiciones interiores al incorporar, en la vivienda, un sistema de ventilación mecánica con recuperación de calor, debiendo aumentar tan solo 4°C para llegar a una temperatura de confort de 20°C en el periodo nocturno de los días más fríos de todo el invierno y, como regla general, tan solo presenta una necesidad de aumento de temperatura de 2°C durante el día.

En base a los datos ofrecidos por el *Design Builder*, los meses en los que un sistema de calefacción es necesario en la vivienda, para llegar a la temperatura de confort a lo largo de todo el día serán: Noviembre (15 días), Diciembre (31 días), Enero (31 días), Febrero (28 días) y Marzo (25 días). A lo largo de estos meses existen días en los que, sin necesidad de calefacción, se obtiene el confort en la vivienda y, por otro lado, según las simulaciones, en este periodo tan solo habrá de media de alrededor de 11,5 horas de disconfort por cada día; lo que significa que, en los días donde sea necesario calefactar la vivienda, no será necesario poner la calefacción durante todo el día.

Como se puede observar, la vivienda planteada parte de condiciones bastante favorables para conseguir un importante ahorro energético en cuanto a climatización de la misma. Debido a estas condiciones, se redujeron las opciones en lo relativo a qué sistema de calefacción es el más adecuado para la vivienda.

La aerotermia quedó descartada debido a que, aunque el sistema presenta una gran eficiencia energética a la hora de calefactar y refrigerar la vivienda, la falta de espacio para la colocación de la bomba de calor y los costos de la instalación parecen inviables. Además, al plantear un sistema de ACS basado en colectores solares, la aerotermia se encargaría solo de la calefacción, funcionando estacionalmente y en días puntuales, por lo que supondría una inversión elevada para no obtener un beneficio continuado.

Se planteó entonces un sistema de calefacción por medio de caldera de biomasa. Debido a las dimensiones de la vivienda unifamiliar objeto de estudio, se estudió la posibilidad de incorporar una estufa de pellets canalizable, para calefactar estancias por medio de aire, o una hidroestufa de pellets, para calefactar las estancias por medio de un sistema de radiadores; todo ello frente a una estufa convencional, puesto que esta última tan solo calentaría la estancia en la cual se ubicara. Finalmente ambas se descartaron, la primera de ellas debido a que la canalización tan solo se puede derivar a dos habitaciones a mayores de la que contiene la estufa (Cointra 2018) y en la vivienda se presentan cuatro estancias diferenciadas y separadas, por lo que una de ellas quedaría sin calefactar. En cuanto a la hidroestufa, se descartó debido tanto al espacio que ocupa la estufa de pellets como a la mayor necesidad y coste de la instalación para poder llevar las canalizaciones a todas las habitaciones.

Finalmente, se eligió un sistema de radiadores eléctricos de bajo consumo. Este sistema presenta la ventaja de que no necesita una instalación compleja, tan solo la ubicación de los mismos radiadores en cada estancia, además, debido a las dimensiones de la vivienda y al bajo

porcentaje de días al año en los que es necesario calefactar la vivienda, gracias a sus adecuadas características constructivas y a la ayuda que aporta la ventilación mecánica, parecen la opción más adecuada. También influye en la elección la mejora continua de los aparatos, llegando a suponer que, la potencia necesaria para funcionar se reduce hasta el 60% de la energía calorífica aportada, siendo aparatos realmente eficientes.

Se opta por un sistema de radiadores eléctricos de bajo consumo puesto que la temperatura al interior de la vivienda tan solo se habrá de elevar una media de 2°C en el periodo de invierno, 4°C en las noches más desfavorables, gracias a la ayuda de la ventilación mecánica.

Por otro lado, gracias a la información obtenida por el estudio realizado de las características de la vivienda, por medio de *Design Builder*, donde se mostraba la necesidad de calefactar la vivienda durante 11,5 horas al día; se plantea un uso de la calefacción de 4 horas al día durante los meses de Noviembre (11,5 días), Diciembre (19,3 días), Enero (21 días), Febrero (16,7 días) y Marzo (13,5 días), ya que no se necesitará calefactar todos los días del mes. Estos meses y los días necesarios se seleccionaron específicamente a partir de la simulación realizada por *Design Builder*. Por otro lado, a decisión de predimensionar la calefacción para 4 horas se toma frente a la presencia de la ventilación mecánica, puesto a que el uso continuado del recuperador de calor, favorecerá el mantenimiento de las condiciones interiores una vez se llegue a la temperatura de confort y se apaguen los radiadores.

Así pues, se utilizará la calefacción durante 329h/año frente a las 8760 horas anuales, lo que supone aproximadamente unas 0,9 h al día durante todo el año; horas tomadas para dimensionar el sistema de abastecimiento energético.

En cuanto al cálculo de la Instalación de calefacción, es necesario conocer la potencia calorífica en W de toda la edificación, que se usará posteriormente para la elección de los radiadores más adecuados, los cuales suplirán la demanda de calefacción total de la vivienda.

Para conseguir una potencia calorífica es necesario conocer las superficies útiles de la vivienda, así como su altura libre y su orientación, el valor de aislamiento de las estancias y el valor correspondiente a la zona climática (Álvarez Díaz 2018a).

Los datos de las estancias de la vivienda se muestran en la tabla a continuación [Tabla 52].

ESTANCIAS	VIVIENDA m <sup>2</sup>	ALTURA ESTANCIA m	ORIENTACIÓN
Estar-comedor	12,90	2,5	Este
cocina	5,72	2,5	Sureste-Suroeste
Dormitorio 1	9,19	2,5	Norte
Dormitorio 2	6,87	2,5	Oeste
Baño	2,57	2,5	Noroeste
Distribuidor	1,36	2,5	Sur
Recibidor	0,92	2,5	Noreste
<b>TOTAL VIVIENDA: superficie útil</b>		<b>39,53m<sup>2</sup></b>	
<b>TOTAL VIVIENDA: superficie construida</b>		<b>49,92 m<sup>2</sup></b>	

Tabla 52. Datos de las estancias de la vivienda. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la orientación se elegirá, en función de la de cada estancia, un valor de la imagen inferior [Fig.114]; en función de donde se orienten las fachadas exteriores de cada estancia. Hay que tener en cuenta que, en el caso de que la estancia presente dos fachadas con diferentes

orientaciones, se tomará el valor más desfavorable y, en el caso de que la estancia no presente ningún cerramiento vertical exterior, se tomará en todo caso el valor correspondiente al sur.

- Norte: (VALOR = 1,12)
- Sur: (VALOR = 0,92)
- Este: (VALOR = 1)
- Oeste: (VALOR = 1)
- Noroeste y Noreste (VALOR: 1,07)
- Suroeste y Sureste (VALOR: 0,96)

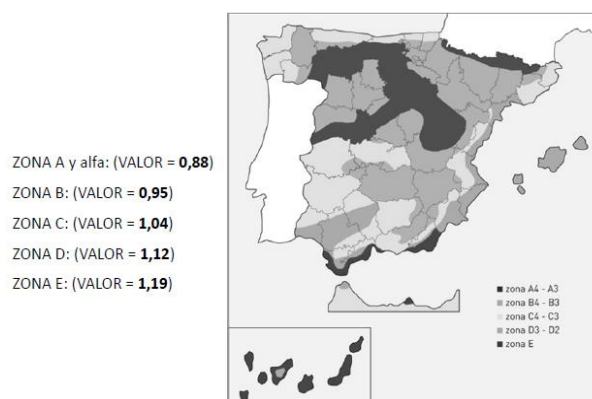
**Figura 114.** Factores de corrección para el cálculo de carga térmica en función de la orientación. Fuente: José Antonio Álvarez Díaz - Cálculo de la carga térmica en edificios.

Se elige el valor de un nivel de aislamiento elevado, señalado en la imagen inferior [Fig.115], para la totalidad de las estancias. Se ha elegido este nivel a partir de los datos ofrecidos en el proyecto básico de la edificación, así como por los favorables resultados obtenidos en las simulaciones de la vivienda sin presencia de ventilación mecánica.

- Elevado: Ventanal doble y tabique doble (VALOR = 0,93)
- Normal: Ventanal sencillo y tabique doble o ventanal doble y tabique sencillo (VALOR = 1)
- Ligero: Ventanal sencillo y tabique sencillo (VALOR = 1,10)

**Figura 115.** Factores de corrección para el cálculo de carga térmica en función del aislamiento. Fuente: José Antonio Álvarez Díaz - Cálculo de la carga térmica en edificios.

Además, según el Código Técnico de la Edificación, se establece que Oviedo se sitúa en una Zona C por lo que se elige el valor seleccionado en la imagen inferior [Fig.116].



**Figura 116.** Factores de corrección para el cálculo de carga térmica en función del emplazamiento. Fuente: José Antonio Álvarez Díaz - Cálculo de la carga térmica en edificios.

Los resultados obtenidos para la carga térmica de cada estancia se resumen en la tabla inferior [Tabla 53]. La potencia requerida para la totalidad de la vivienda será la suma de las potencias parciales para cada estancia. Como se estima una altura de estancias de 2,5m se utiliza la fórmula señalada a continuación para el cálculo de la carga térmica de las estancias. (Álvarez Díaz 2018a)

- Altura menor de 2,5 metros:  
Potencia requerida (W)=  $A \times B \times C \times D \times 85$
- Altura mayor de 2,5 metros:  
Potencia requerida (W)=  $A \times B \times C \times D \times 33 \times \text{Altura de la estancia (m)}$

**Figura 117.** Fórmulas para la estimación de la potencia requerida. Fuente: José Antonio Álvarez Díaz - Cálculo de la carga térmica en edificios.

Al ser una vivienda unifamiliar de planta baja y, sus estancias interiores estar en contacto con la cubierta, a la fórmula se le añade un factor de 1,12 para la totalidad de dichas estancias. (Álvarez Díaz 2018a)

ESTANCIA	ESTAR-COMEDOR	COC.	DORM. 1	DORM. 2	BAÑO	DIST.	RECIB.
A: Superficie útil m <sup>2</sup>	11,90	5,23	7,75	5,40	2,57	1,30	0,92
B: Factor orientación estancia	1,00	0,96	1,12	1,00	1,07	0,92	1,07
C: Aislamiento de la vivienda	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
D: Zona climática	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
E: Altura de la estancia m	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
<b>Potencia requerida/estancia (W)</b>							
h ≤ 2,5m: P=AxBxCxDx85x1,12	1.095,72	462,30	799,23	497,22	253,20	110,12	90,64
<b>Potencia requerida/vivienda</b>	<b>3.308,44W</b>					<b>3,31 kW</b>	

**Tabla 53.** Estimación de la potencia requerida por estancia y total de la vivienda. Fuente: Elaboración Propia

En base al cálculo de la potencia requerida por cada estancia se lleva a cabo el dimensionamiento de los radiadores.

Para ello, se selecciona el modelo de radiadores eléctricos digitales de bajo consumo con módulo Wi-Fi incorporado *Serie D* de la casa comercial Rointe. Cada módulo de estos radiadores tiene una potencia de 110W y se comercializan radiadores de 3,5,7,9,11,13 y 15 módulos (Rointe 2019).

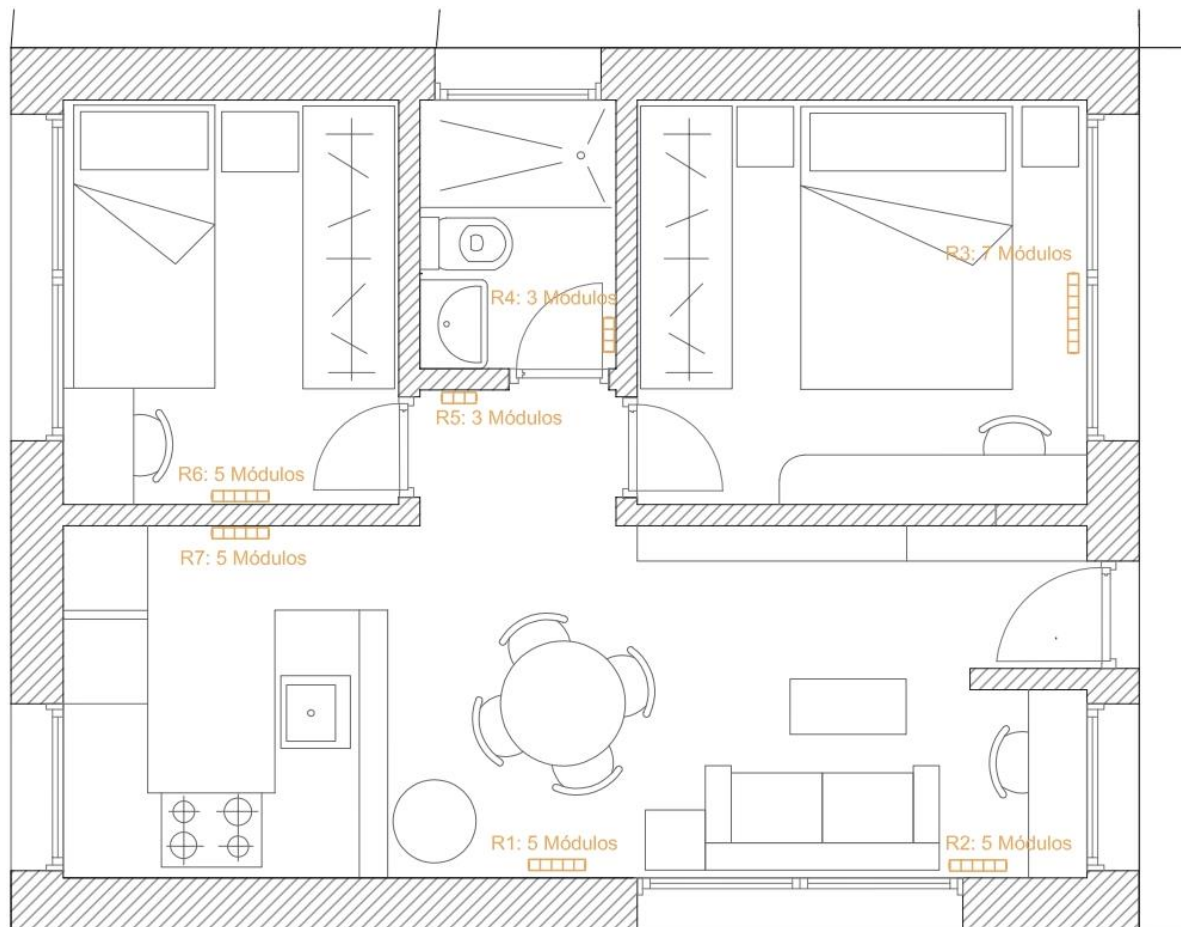
Los cálculos para la selección de radiadores se resumen en la tabla 54, donde se añade también el consumo de cada radiador. En base a estos cálculos se seleccionan los modelos de radiadores siguientes:

- Dos radiadores Serie D de 3 módulos para el baño y el distribuidor.
- Cuatro radiadores Serie D de 5 módulos para el Salón-comedor, cocina y habitación secundaria.
- Un radiador Serie D de 7 módulos para la habitación principal.
- El Recibidor, debido a sus condiciones, no se calefactará.

Estancia	P necesaria W	Pot/elem W	Elem. necesario	nº elem.	nº Rad.	Elem. por rad.	Pot inst. W	Consumo eléct/ud W/h
RECIBIDOR	90,64	110	0,82	1	-	-	No calefactado	
S-C	1095,72	110	9,96	10	2	5	550x2	209x2
COCINA	462,30	110	4,20	5	1	5	550	209
HAB. 1	799,23	110	7,27	7	1	7	770	293
HAB.2	497,22	110	4,52	5	1	5	550	209
BAÑO	253,20	110	2,30	3	1	3	330	125
DIST.	110,12	110	1,00	1	1	3	330	125
<b>TOTALES VIVIENDA</b>							<b>3630</b>	<b>1379</b>

**Tabla 54.** Estimación de los radiadores necesarios, potencia instalada y consumo. Fuente: Elaboración Propia

Las características técnicas de los radiadores se adjuntan en el apartado 'Anexos: Sistema de calefacción'. En cuanto a la ubicación de los radiadores, se adjunta a continuación un esquema de la instalación [Fig.118].



**Figura 118.** Situación de los radiadores en la vivienda objeto de estudio. Fuente: Elaboración Propia

## 6.2.5. SISTEMA ENERGÉTICO

### 6.2.5.1. SISTEMA ELÉCTRICO

La instalación eléctrica estará alimentada por medio de un conjunto de paneles solares fotovoltaicos instalados en la cubierta de la propia vivienda.

La vivienda presenta un nivel de electrificación elevada, a pesar de que no supera los 140m<sup>2</sup> ni supera el valor de 30 puntos de tomas de corriente o iluminación según indica el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT). Esto es debido a que el REBT define la electrificación elevada para viviendas con aparatos electrodomésticos de utilización superior a las necesidades básicas, como es el caso de la vivienda objeto de estudio con presencia de ventilación mecánica y calefacción (Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado 2019). Además, la potencia prevista supera los 9200W que son los valores máximos previstos para nivel de electrificación básica en el ITC-BT10.

La instalación eléctrica de la vivienda se compone de un cuadro general de distribución con protección general y protecciones para la derivación de circuitos; los cuales consisten en un interruptor automático general magnetotérmico, interruptores diferenciales de protección para contactos indirectos e interruptores automáticos magnetotérmicos para protección de circuitos derivados.

Para definir el sistema eléctrico específico de la vivienda, se determinará primeramente la necesidad de iluminación y la potencia prevista para la misma. Para ello, se utiliza el programa *DIALux evo*, que permite el estudio de la iluminación en interiores y exteriores en función de los luxes necesarios para cada espacio. Los datos obtenidos del estudio se resumen a continuación [Tabla 55] y el documento completo generado por el programa se adjunta en el apartado 'Anexos: Sistema eléctrico'.

Espacio	Luminaria	Intensidad lumínica lux	Φ (Lum.) lm	Potencia W	Rend. lumínico lm/W
Recibidor	LEDS-C4 - 05-2708-21-21 OPEN	121	319	4.5	71.0
Salón- comedor	Molto Luce - 445- 01501426 BADO SD 500 W/DL 37W 4000K Microprismen schwarz Ridi Leuchten GmbH -	258	4500	37.0	121.6
Cocina	0532515 VLDF- F139DAWS-300T840	275	2579	19.0	135.7
Distribuidor	LEDS-C4 - 15-5265-60-00 PLAY DECO SURFACE Ridi Leuchten GmbH -	208	540	8.0	67.6
Habitación 1	0321918 ADLR 195/2000- 840 SMB Ridi Leuchten GmbH -	170	1925	16.0	120.3
Habitación 2	0321918 ADLR 195/2000- 840 SMB Ridi Leuchten GmbH -	186	1925	16.0	120.3
Baño	0321918 ADLR 195/2000- 840 SMB	506	1925	16.0	120.3

Tabla 55. Datos de Iluminación de la vivienda. Fuente: Elaboración propia.

Una vez definidas las necesidades de iluminación y potencia de luminarias de la vivienda, se procede a definir los circuitos y las potencias instaladas como se muestra a continuación [Tabla 56].

Circuito	Alimentación	Potencia real W	Potencia prevista W
C1	Alumbrado interior	116,5	200
C2	Tomas de corriente (hab./s-c)	3450	3450
C2.1	Nevera	302	350
C3	cocina y horno	1570 / 970	5400
C3.1	Campana	220	220
C4	Lavadora	2250	3450
C5	Tomas corriente (coc./baño)	3450	3450
C6	Ventilación	580	580
C7	Bombas imp.	3200	690
C8	Bombas ACS	1340	460
C9	Bomba depuración	1000	230
<b>TOTAL</b>		<b>13808,5</b>	<b>18480</b>

**Tabla 56.** Datos de Iluminación de la vivienda. Fuente: Elaboración propia / REBT - [https://www.boe.es/biblioteca\\_juridica/codigos/codigo.php?id=326&modo=2&nota=1](https://www.boe.es/biblioteca_juridica/codigos/codigo.php?id=326&modo=2&nota=1)

La potencia real de la vivienda es de 13,8kW, sin embargo, el cálculo y el dimensionado de la instalación se ha realizado utilizando una potencia prevista mayor, para que se adecúe a los estándares que marca el REBT. Las potencias de los elementos de ventilación y bombas se obtuvieron de los catálogos correspondientes a cada uno de ellos en particular, mostrados en los apartados de Anexos.

La instalación es monofásica y los conductores y derivaciones individuales se conformarán por línea de cobre omnipolar con una tensión de 450/750 en conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra.

El cálculo del cableado se determinará en función de la intensidad nominal del circuito y la caída de tensión admisible del mismo.

La intensidad nominal se calcula en función de la potencia y tensión del circuito, añadiéndole un margen de seguridad del 25% para que la instalación no trabaje a la totalidad de su capacidad. Así pues, la fórmula para el cálculo se podrá expresar como (Arizmendi Barnes 2004):

$$I = 1,25 \cdot \frac{P}{U}$$

Dónde:

I: Intensidad del circuito en Amperios  
P: Potencia del circuito en W  
U: Tensión del circuito en V

Además, según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, la caída de tensión en los circuitos interiores no superará el 3%, por lo que se toma este valor para el cálculo.

En cuanto a la sección de los conductos, se determina por medio de la fórmula expuesta a continuación (Arizmendi Barnes 2004):

$$Si = \frac{2 \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{\Delta U} = \frac{2 \cdot \rho \cdot L \cdot P}{U \cdot \Delta U}$$

Dónde:

Si: Sección del cable en mm<sup>2</sup>

P: Potencia consumida en W

P: Coeficiente de resistividad del cobre (1/56)

L: Longitud del conductor en m

U: Tensión del circuito en V

ΔU: Caída de tensión del circuito

Una vez conocidos todos los parámetros, se procede al cálculo teórico de las secciones de los conductores, ajustándolas posteriormente conforme a las secciones normalizadas y definiendo el tipo de canalización y los interruptores automáticos. Los resultados del cálculo se resumen en las tablas que se describen a continuación.

Circuito	Alimentación	Potencia prevista W	U V	AV %	ΔU V	Longitud m	I A	Sección mm <sup>2</sup>
C1	Alumbrado interior	200	230	3	6,9	15	1,09	0,07
C2	Tomas de corriente hab/s-c	3450	230	3	6,9	10	18,75	0,78
C2.1	Nevera	350	230	3	6,9	13	1,90	0,10
C3	cocina y horno	5400	230	3	6,9	14	29,35	1,70
C3.1	Campana	220	230	3	6,9	13	1,20	0,06
C4	Lavadora	3450	230	3	6,9	13	18,75	1,01
C5	Tomas corriente coc./baño	3450	230	3	6,9	13	18,75	1,01
C6	Ventilación	580	230	3	6,9	3	3,15	0,04
C7	Bomba imp. Pluv.	1000	230	3	6,9	4,7	5,43	0,11
	Bomba im. Depuración	1000	230	3	6,9	11	5,43	0,25
	Boba AFS	1200	230	3	6,9	14,5	6,52	0,39
C8	Bomba Solar Térm.	140	230	3	6,9	9	0,76	0,03
	Bomba ACS	1200	230	3	6,9	10	6,52	0,27
C9	Bomba depuración	1000	230	3	6,9	20	5,43	0,45

**Tabla 57.** Cálculo de las secciones del cableado eléctrico. Fuente: Elaboración propia

Circuito	Alimentación	Secc nom mm <sup>2</sup>	Tipo conductor	Tensión nom. V	Tipo canal.	Φ Tubo mm <sup>2</sup>	Interr. autom. A
C1	Alumbrado interior	1,5	Cu	450/750	Tubo emp.	16	10
C2	Tomas corriente hab/s-c	2,5	Cu	450/750	Tubo emp.	20	16
C2.1	Nevera	2,5	Cu	450/750	Tubo emp.	20	16
C3	cocina y horno	6	Cu	450/750	Tubo emp.	25	25
C3.1	Campana	2,5	Cu	450/750	Tubo emp.	20	16
C4	Lavadora	4	Cu	450/750	Tubo emp.	20	20
C5	Tomas corriente coc./baño	2,5	Cu	450/750	Tubo emp.	20	16
C6	Ventilación	6	Cu	450/750	Tubo emp.	25	25



C7	Bomba imp. Pluv.	4	Cu	450/750	Tubo emp.	20	20
	Bomba imp. Depuración	4	Cu	450/750			
	Boba AFS	4	Cu	450/750			
C8	Bomba ST	6	Cu	450/750	Tubo emp.	25	25
	Bomba ACS	6	Cu	450/750			
C9	Bomba depuración	4	Cu	450/750	Tubo emp.	20	20

**Tabla 58.** Normalización de secciones, cálculo de canalizaciones e Interruptores. Fuente: Elaboración propia

Finalmente se procede al cálculo de la instalación de conexión a tierra de la vivienda. Este cálculo se hará de acuerdo a lo establecido en el REBT. Para dicho cálculo, se determinó el tipo de suelo que prevalece en Oviedo por medio del *mapa geológico de Asturias* creado en 1995 por C. Aramburu y F. Bastida y posteriormente se eligió el valor de la resistividad del terreno que se correspondía a *Margas y Arcillas compactas*, expuesto en ITC-BT18.

Los resultados obtenidos para la instalación de puesta a tierra se resumen a continuación [Tabla 59].

Tipo de electrodo	Longitud m	Resistividad del terreno $\Omega \cdot m$	Resistencia de Tierra ( $R=2\rho/L$ ) $\Omega$	Sección mínima $mm^2$	Profundidad
Conductor horizontal enterrado	30	100	6,67	25	$\geq 50cm$

**Tabla 59.** Cálculo instalación puesta a tierra. Fuente: Elaboración propia

Así pues se dispondrá de un conductor horizontal, enterrado en la cimentación de la vivienda a una profundidad igual o superior a 50cm, de cobre desnudo de 25mm<sup>2</sup> de sección y con una longitud de 30m. La resistencia de la conexión de puesta a tierra será de 6,67  $\Omega$  y las protecciones de las derivaciones se tienden por la misma canalización que los circuitos que le corresponde a cada una.

#### **6.2.5.2. ABASTECIMIENTO ENERGÉTICO**

El objetivo principal del documento abarca la consecución de la autosuficiencia energética de una vivienda por medio de energía renovable, contribuyendo a evitar en gran medida, el impacto ambiental que generan las edificaciones, en general, actualmente.

Por ello, la vivienda objeto de estudio se plantea desconectada de la red eléctrica, consecuentemente, el abastecimiento energético se realizará en su totalidad por medio de una instalación fotovoltaica.

Se dimensiona a continuación, por consiguiente y tras haber dimensionado el resto de instalaciones de la vivienda, la instalación fotovoltaica apta para conseguir abastecer la totalidad de necesidades de la misma, donde se incluyen los consumos de los electrodomésticos, ventilación, climatización, iluminación, abastecimiento de agua y el sistema de saneamiento.

La instalación fotovoltaica se compondrá de una serie de módulos fotovoltaicos que alimentarán, por un lado todos los aparatos eléctricos de la vivienda y, por otro, una serie de baterías que almacenarán la electricidad para dotar de la misma autonomía a la vivienda en los días en los que no hay sol. Además, contendrá un regulador que proporciona la tensión nominal adecuada y un inversor que permitirá el uso de la corriente alterna que necesitan la totalidad de los aparatos eléctricos.

Los módulos fotovoltaicos se ubicarán en la cubierta junto con los colectores solares que proporcionan agua caliente sanitaria, separados de dichos colectores y entre sí mismos una distancia de 2,3 metros. Las reducidas dimensiones de la vivienda y, consecuentemente, de la cubierta de la misma, permiten tan sólo la ubicación de dos grupos de paneles, debiendo cumplir los mismos y dentro de ese espacio determinado, no sin dificultad, el abastecimiento de la vivienda.

El cálculo de la instalación Solar-Fotovoltaica se pide, para este documento, que se aplique un cálculo similar al exigido en el CTE HE5. Sin embargo, las características que tendría que cumplir el edificio para poder aplicar dicha sección del CTE serían los siguientes:

*“1.1 Ámbito de aplicación*

*1 Esta Sección es de aplicación a:*

*a) edificios de nueva construcción y a edificios existentes que se reformen íntegramente, o en los que se produzca un cambio de uso característico del mismo, para los usos indicados en la tabla 1.1 cuando se superen los 5.000 m<sup>2</sup> de superficie construida;*

*b) ampliaciones en edificios existentes, cuando la ampliación corresponda a alguno de los usos establecidos en tabla 1.1 y la misma supere 5.000 m<sup>2</sup> de superficie construida.”*

(Ministerio de Fomento, 2018)

Siendo estos usos: Hipermercado, Multi-tienda y centros de ocio; Nave de almacenamiento y distribución; Instalaciones deportivas cubiertas; Hospitales, clínicas y residencias asistidas; y pabellones de recintos feriales.

Debido al uso y a la superficie (50m<sup>2</sup> de superficie construida) el edificio estaría fuera del ámbito de aplicación del CTE HE 5. Sin embargo, para el cálculo se sigue este documento de igual forma.

El dimensionado de la instalación se realiza a partir de los consumos energéticos de la vivienda. Estos consumos se han calculado a partir de la iluminación particular de la vivienda, previamente calculada; de los elementos que componen el resto de instalaciones, determinados a partir de la ficha técnica de cada uno de ellos respectivamente; y finalmente, de todos los electrodomésticos de la vivienda, elegidos específicamente para la misma, de manera previa al cálculo de la instalación.

Los electrodomésticos elegidos son de bajo consumo y con una certificación energética de tipo B, A o superior en su totalidad. La elección de estos electrodomésticos no es casualidad sino que permiten proporcionar una instalación solar fotovoltaica más adecuada a la limitación del espacio de colocación de los módulos. Algunas de sus fichas técnicas se adjuntan en el apartado ‘Anexos: Sistema de abastecimiento energético’, otros se estimaron en base a los datos de electrodomésticos disponibles a los que se pudo acceder y la potencia de las luminarias se obtuvo de la simulación con el programa *DIALUX*.

El tiempo de utilización de los aparatos eléctricos se plantea desde una perspectiva diaria para la totalidad del año. Por ello, para los elementos estacionarios que sólo se utilizarán en un periodo determinado, se calcularán sus horas de funcionamiento dividiendo las horas previstas de funcionamiento del aparato entre la totalidad de horas anuales, otorgando además cierto margen de error para asegurar su funcionamiento en caso de necesitarlos en momentos no previstos en este documento. De esta forma, se conseguirá que a lo largo de todo el año se vaya acumulando en las baterías toda la energía necesaria para poder ponerlos en funcionamiento en el periodo concreto de su uso. Algunos ejemplos suponen:

- La ficha técnica de la nevera indica que consume 182kW/año por lo que su consumo diario es de 182kW/año entre los 365 días del año.
- El consumo de las bombas de agua se determina en función del caudal acumulado y el caudal que mueve la hora en un periodo de tiempo y con una determinada potencia, teniendo siempre en cuenta su rendimiento.
- En cuanto a la bomba necesaria para inyectar oxígeno en el tanque de depuración de la instalación de saneamiento, su ficha técnica ofrece un consumo diario, por lo que se prevé un consumo horario a partir de ese dato.

Al consumo total se le añade, a mayores, un margen del 20% de seguridad para el cálculo de los elementos necesarios de la instalación, lo que permite abastecer la vivienda en consumos simultáneos no previstos o el sobredimensionamiento de la instalación para poder añadir otros consumos que futuros inquilinos consideren oportuno. Los resultados de los cálculos del consumo se muestran en la tabla a continuación [Tabla 60].

Elemento	Ud	Pot. W	Tiempo h/día	Consumo Wh/día
Luminaria hab	2	16	1	32
Luminaria 1	1	16	1	16
Luminaria 2	1	19	2	38
Luminaria 3	1	8	0,25	2
Luminaria 4	1	4,5	0,25	1,125
Luminaria 5	1	37	3	111
Tv	1	40	3	120
Ordenador	1	120	2,5	300
Horno	1	970	0,5	485
Cocina	1	1000	1	1000
Campana	1	200	1	200
Lavadora	1	450	0,4	180
Nevera	1	-	-	490
Ventilación	1	40	24	960
Radiadores	1	1379	0,9	1241,1
Bomba imp. Pluviales	1	600		75
Bomba im. Depuración	1	600	0,1	75
Boba AFS	1	600	0,1	75
Bomba Solar Térmica	1	4,1	10	51,25
Bomba ACS	1	594	0,1	74,25
Bomba saneamiento	1	-	-	78
<b>CONSUMO DIARIO</b>				<b>5604,725 Wh/día</b>
20% seguridad				1,12 KWh/día
<b>TOTAL DIARIO</b>				<b>6,725 KWh/día</b>
<b>TOTAL ANUAL</b>				<b>2454869,6 Wh/año</b>
				2454,8696 KWh/año

**Tabla 60.** Datos de los consumos de la vivienda. Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de la potencia mínima necesaria se utilizará la fórmula indicada en el CTE DB-HE5:

$$P = C \cdot (0,002 \cdot S - 5)$$

Dónde:

P: la potencia nominal a instalar en kW

C: coeficiente definido en la tabla 2.1 en función de la zona climática

S: la superficie construida del edificio en m<sup>2</sup>

Teniendo en cuenta que Oviedo se encuentra en una zona climática I, se tomará un coeficiente de 1, como se define en la tabla de la imagen inferior [Fig.119]. Además, en función de esta zona climática se tomarán también las horas equivalentes de referencia anuales en kWh/Kw, como se define en la imagen siguiente [Fig.120].

Zona climática	C
I	1
II	1,1
III	1,2
IV	1,3
V	1,4

**Figura 119.** Coeficientes climáticos en función de la zona climática. Fuente: CTE DB-HE5

	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV	Zona V
Horas equivalentes de referencia anuales (kWh/kW)	1.232	1.362	1.492	1.632	1.753

**Figura 120.** Ratios de producción en función de la zona climática. Fuente: CTE DB-HE5

Así pues se procede al cálculo de la potencia mínima y del consumo diario y anual del edificio:

$$P = 1 \cdot (0,002 \cdot 50 - 5) = -4,90 \text{ kW}$$

Como no cumple la potencia mínima se utiliza la potencia eléctrica mínima de 5kW que se exigía en versiones anteriores del CTE HE. Aunque en la versión vigente, Junio 2018, se ha suprimido esta exigencia.

Se calcula el consumo diario del edificio, derivado de la multiplicación de las horas de referencia anuales de Oviedo (Zona I) y la potencia mínima exigida.

Con todo ello, completamos los datos que se muestran en la siguiente tabla [Tabla. 61]

Superficie construida vivienda (m²)	50,00
Horas equivalentes de referencia anuales (kWh/kW) Zona I: Oviedo	1.232,00
Coeficiente climático	1,00
Potencia mínima exigida CT HE5 (kW)	5,00
Potencia eléctrica mínima	-4,90
<b>Consumo kWh/año vivienda</b>	<b>2.454,87</b>
<b>Consumo KWh/día vivienda</b>	<b>6,73</b>
<b>Consumo Wh/día vivienda</b>	<b>6.725,67</b>

**Tabla 61.** Datos de partida para el cálculo de la instalación solar fotovoltaica. Fuente: Elaboración propia.

Se procede entonces al cálculo del consumo medio de energía diario de la edificación, teniendo en cuenta que se considera que no existen elementos en corriente continua en el edificio y se toma todo como alterna. Para ello, se utiliza la fórmula presentada a continuación (Álvarez Díaz 2019):

$$L_{md} = \frac{L_{md\ DC} + \frac{L_{md\ AC}}{\eta_{inv}}}{\eta_{bat} + \eta_{con}}$$

Dónde:

$L_{md\ DC}$ : Consumo medio de energía diario en corriente continua.

$L_{md\ AC}$ : Consumo medio de energía diario en corriente alterna.

$\eta_{inv}$ : Rendimiento del inversor.

$\eta_{bat}$ : Rendimiento de las baterías.

$\eta_{con}$ : Rendimiento del conductor.

Los datos de partida para el cálculo serán los siguientes [Tabla 62]

Consumo medio de energía diario en carga continua <b>Lmd DC (Wh/día)</b>	0,00
Consumo medio de energía diario en carga alterna <b>Lmd AC (Wh/día)</b>	<b>8.303,30</b>
Rendimiento del inversor <b><math>\eta_{inv}</math> (%)</b>	0,90
Rendimiento del batería <b><math>\eta_{bat}</math> (%)</b>	0,90
Rendimiento del conductor <b><math>\eta_{con}</math> (%)</b>	1,00
Rendimiento del panel <b><math>\eta_{pan}</math> (%)</b>	0,90
Consumo medio de energía diario <b>Lmd (Wh/día)</b>	<b>8.303,30</b>

**Tabla 62.** Consumo medio de energía diario de la instalación solar fotovoltaica.  
Fuente: Elaboración propia.

Para determinar el número de paneles fotovoltaicos necesarios en la vivienda, se utilizan los datos del mes más crítico del año; para así conseguir garantizar el suministro a lo largo de todo el año, incluso en el periodo más desfavorable.

Además, para cubrir el consumo se requiere conocer las Horas Pico Solar de la zona en la que se encuentra el edificio, así como la potencia del panel.

Se elige el módulo solar fotovoltaico policristalino ZT330P de la casa comercial Zytech, con una potencia de 330 W, cuya ficha técnica se adjunta en el anexo a esta instalación (ZYTECH SOLAR 2019).

Las Horas Pico Solar se calculan por la Irradiancia de la zona de Oviedo, en el mes más desfavorable (Enero), determinada gracias a la página web *JRC Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)* (European Commission 2017).

La inclinación óptima de los paneles solares fotovoltaicos supone 10° por debajo de la latitud de la vivienda que supondría 33° y la orientación óptima es la sur (Álvarez Díaz 2019). Sin embargo, se calculó el número de paneles con el ángulo óptimo que sugería la página web anteriormente mencionada, 35° para la zona de Oviedo [Fig.121], con ello se obtuvieron mejores resultados que con el ángulo óptimo calculado de forma genérica, puesto que con menos paneles se obtiene la misma irradiancia anual. Por ello, se decide continuar con el ángulo de inclinación óptimo propuesto por la página web.

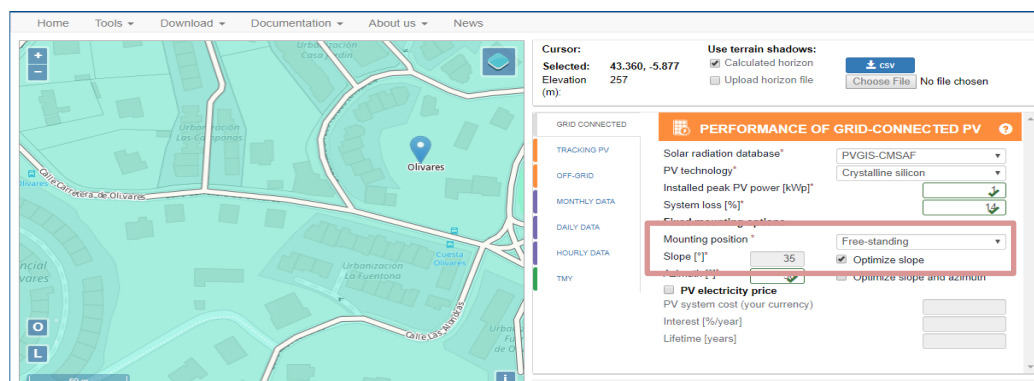


Figura 121. Determinación de los parámetros necesarios para conocer la Irradiancia en Oviedo.

Fuente: [http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/tools.html](http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html)

En cuanto a la orientación, debido a la situación formal de la parcela y de la vivienda y, al igual que ocurrió con los colectores solares térmicos, se introduce en el programa con 50° en vez de con 0° que supondrían una orientación sur.

Gracias a la introducción de los datos en la página web antemencionada, el propio programa calcula la irradiancia en función de la localización, inclinación y orientación, por lo que en sus valores ya se contemplarán las pérdidas por inclinación y orientación. Consecuentemente para el cálculo de irradiancia tan sólo se calcularán, a mayores, las sombras proyectadas.

Los datos de irradiancia ofrecidos por el programa, junto con los datos de partida en la colocación y ubicación de los paneles se muestran en la imagen a continuación, destacando los valores del mes más desfavorable, Enero [Fig.122].

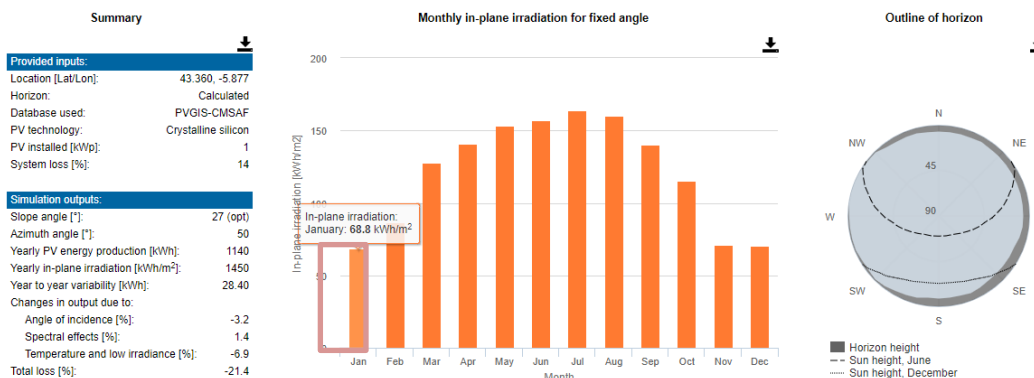


Figura 122. Resultados de la Irradiancia en Oviedo por meses. Fuente:

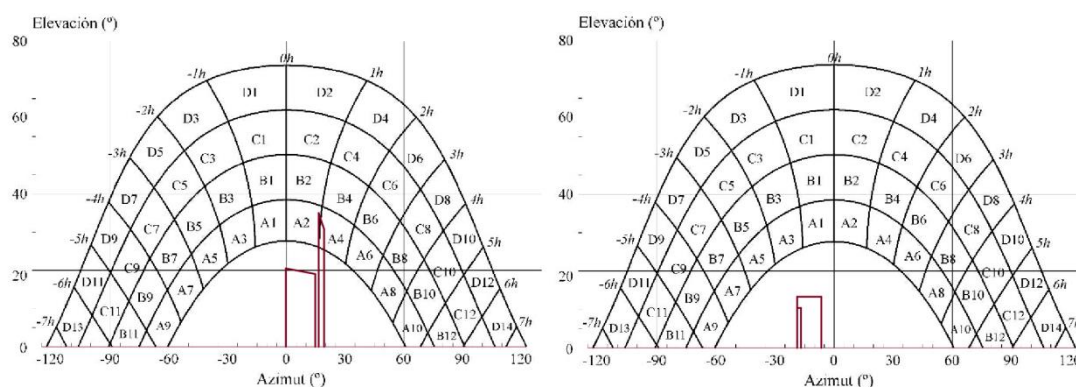
[http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/tools.html](http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html)

Para determinar el cálculo de las pérdidas por sombras arrojadas, se vuelve a tomar en consideración, como en el cálculo de la instalación solar térmica, las de la chimenea de evacuación de humos de la campana extractora y un árbol dispuesto al Sur de la parcela [Tabla 63].

También se utiliza, de nuevo, el gráfico solar donde se representa el perfil de los obstáculos determinando las porciones que ocupan de dicho gráfico para, posteriormente definir el porcentaje de pérdidas de cada porción gracias a los factores de corrección de las mismas [Fig.123]. (Álvarez Díaz, 2018)

Colectores	Punto	H m	Distancia m	Inclinación °	Azímüt °
Chimenea campana					
Bloque 1	1	1	1,5	34	20
	2	1	1,73	30	18
Bloque 2	1	1	5,4	10	-16
	2	1	5,45	10	-17
Árbol					
Bloque 1	3	2	5,43	20	16
	4	2	6,18	18	1
Bloque 2	3	2	8,55	13	-6
	4	2	8,86	13	-17

**Tabla 63.** Datos de los obstáculos que proyectan sombra sobre los paneles de la vivienda. Fuente: Elaboración propia.



**Figura 123.** Perfil de obstáculos que proyectan sombra sobre los paneles de la vivienda. Fuente: Elaboración propia.

Para determinar el factor de corrección de los porcentajes de cada una de las porciones de la gráfica que ocupa el perfil de sombras, se toman los valores de inclinación y orientación más similares a los del caso de estudio [Fig.124]. El cálculo de las pérdidas de sombras arrojadas sobre cada bloque de paneles se resume a continuación y supone un 0,28% de pérdidas [Tabla 64].

	$\beta=35^\circ ; \alpha=0^\circ$				$\beta=35^\circ ; \alpha=30^\circ$				$\beta=35^\circ ; \alpha=60^\circ$			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,14
11	0,00	0,01	0,12	0,44	0,00	0,00	0,03	0,06	0,00	0,00	0,08	0,16
9	0,13	0,41	0,62	1,49	0,02	0,10	0,19	0,56	0,02	0,04	0,04	0,02
7	1,00	0,95	1,27	2,76	0,54	0,55	0,78	1,80	0,02	0,13	0,31	1,02
5	1,84	1,50	1,83	3,87	1,32	1,12	1,40	3,06	0,64	0,68	0,97	2,39
3	2,70	1,88	2,21	4,67	2,24	1,60	1,92	4,14	1,55	1,24	1,59	3,70
1	3,17	2,12	2,43	5,04	2,89	1,98	2,31	4,87	2,35	1,74	2,12	4,73
2	3,17	2,12	2,33	4,99	3,16	2,15	2,40	5,20	2,85	2,05	2,38	5,40
4	2,70	1,89	2,01	4,46	2,93	2,08	2,23	5,02	2,86	2,14	2,37	5,53
6	1,79	1,51	1,65	3,63	2,14	1,82	2,00	4,46	2,24	2,00	2,27	5,25
8	0,98	0,99	1,08	2,55	1,33	1,36	1,48	3,54	1,51	1,61	1,81	4,49
10	0,11	0,42	0,52	1,33	0,18	0,71	0,88	2,26	0,23	0,94	1,20	3,18
12	0,00	0,02	0,10	0,40	0,00	0,06	0,32	1,17	0,00	0,09	0,52	1,96
14	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00	0,55

**Figura 124.** Factores de corrección del perfil de obstáculos. Fuente: Instalaciones Solares Fotovoltaicas (contribución a la producción de energía eléctrica) Normativa, esquemas-componentes y dimensionado– José Antonio Álvarez Díaz.

Colectores	Porción	% del objeto	Factor corrección	% Total
Bloque 1	A2	0,098	2,85	0,279
	A4	0,00062	2,86	0,00177
Bloque 2	-	-	-	No se proyectan sombras sobre este bloque.
<b>TOTALES</b>		<b>1,937</b>		<b>0,281</b>

**Tabla 64.** Porcentaje de sombras proyectadas sobre los módulos fotovoltaicos de la vivienda.

Fuente: Elaboración propia.

Aplicando la fórmula que se muestra a continuación se calcula el número de paneles necesarios (Álvarez Díaz 2019).

$$N_T = \frac{L_{mdcrit}}{P_{MPP} \cdot HPS_{crit} \cdot PR}$$

Donde:

$L_{mdcrit}$ : Consumo medio de energía diario en Wh/día

$P_{MPP}$ : Potencia del panel en W

$HPS_{crit}$ : Horas pico solar en el mes más desfavorable

PR: Rendimiento del panel.

A esta fórmula se le añade, en el denominador, las pérdidas por sombras. Así pues, realizando los cálculos se obtiene una necesidad de 12,98 paneles fotovoltaicos, por lo que se ha de disponer de 13 módulos. Los datos obtenidos se resumen a continuación [Tabla 65].

Consumo medio de energía diario (Wh/día)	8.303,30
$I_s$ Oviedo enero (kWh/m <sup>2</sup> )	68,8
$I_s$ Oviedo diaria (kWh/m <sup>2</sup> )	2,22
Horas pico solar (HPS) en Oviedo	2,22
Potencia del panel (W/panel)	330
Perdidas sombra(%)	0,28
<b>Número de paneles (<math>N_T</math>)</b>	<b>13</b>

**Tabla 65.** Cálculo del número de módulos fotovoltaicos de la vivienda. Fuente: Elaboración propia.

Se necesitarán 13 paneles para abastecer la totalidad del consumo energético de la vivienda. La separación de los captadores respecto a otros objetos u otra fila de módulos, se determina por medio de las fórmulas:

$$d = h \cdot c$$

$$c = \frac{1}{tg(61^\circ - latitud)}$$

Dónde:

D: Distancia horizontal en m entre los objetos

h: Distancia vertical en m desde la base hasta el borde superior del elemento que proyecta sombra.

c: coeficiente adimensional obtenido por medio de la segunda fórmula



Aplicando las fórmulas antemencionadas, se necesitará una distancia horizontal entre elementos de 2,30 m frente a los captadores, como se muestra en la tabla presentada a continuación [Tabla 66].

<b>Inclinación (°)</b>	35
<b>Coefficiente c</b>	2,05
<b>Altura del Panel (m)</b>	1,956
<b>Ancho del Panel (m)</b>	0,99
<b>h (m)</b>	1,12
<b>d (m)</b>	2,30

**Tabla 66.** Distancia entre módulos fotovoltaicos. Fuente: Elaboración propia y Ficha técnica de los paneles Zytech ZT330P

Además, se ha de asegurar que la energía necesaria para la vivienda llega a la misma con las condiciones adecuadas de tensión y voltaje. Teniendo en cuenta que las tensiones de los paneles se suman si se colocan en serie, mientras que, los voltajes se suman si se colocan en paralelo, se determina que los paneles se colocarán en dos ramas, uno de 7 módulos y uno de 6 módulos, colocados en su totalidad en paralelo. Los cálculos se ofrecen en la tabla 67.

Voltaje necesario - $V_{nom}$ (V)	24
Voltaje/panel - $V_{mp}$ (V)	36,9
Número de paneles en serie - $n_{ps}$	0,65
Número de paneles en serie - <b>nps real</b>	<b>1</b>
Intensidad/panel - $I_{panel}$ (A)	8,95
Número de paneles en paralelo - <b>npp</b>	<b>13</b>
<b>Itotal (A)</b>	<b>116,35</b>

**Tabla 67.** Disposición de módulos fotovoltaicos. Fuente: Elaboración propia

Al plantear una vivienda aislada, el abastecimiento de la energía durante los momentos carentes de sol se realizará por medio de un conjunto de baterías, encargadas de acumular la energía sobrante recibida en los días con sol y, derivada de la no utilización de determinados equipos algunos momentos para, posteriormente cederla a la vivienda en los días más perjudiciales donde la irradiancia sea insuficiente y en las noches cuando los paneles solares fotovoltaicos no reciben energía del sol.

Por ello, se seleccionó el modelo de baterías de la casa comercial BAE modelo Secura 8PVS 1200 12v. 1160 Ah. C100, que son baterías estacionarias de plomo ácido (monsolar 2019a). Su ficha técnica se adjunta en el apartado 'Anexos: Sistema de abastecimiento energético'.

Se determina un periodo de autonomía de 6 días, lo que supone una necesidad total de 6 baterías. Por ello, la vivienda constará de 6 baterías colocadas en 3 bancos de trabajo conectados en paralelo, cada uno de ellos con 2 baterías en serie, tal y como se muestra en los resultados de los cálculos en la tabla 68, donde se incluye la capacidad total de almacenamiento de todos los bancos de baterías dispuestos.

Días de autonomía	6
Capacidad Nominal:	
C20 (Ah)	996
C100 (Ah)	1160
Profundidad de descarga (%)	80
Tensión bat (V)	12
Consideración pérdidas (%)	10
Capacidad útil (Ah):	
$C_u = (1,1 \cdot E_d \cdot A) / (V_n \cdot n_{inv} \cdot n_{bat})$	2670,65
Capacidad nominal (Ah):	
$C_n = C_u / P_d$	3338,31
Tensión nom instalacion (V)	24
<b><math>n^\circ \text{ Bat } (V_{banc} \cdot C_n) / (V_{bat} \cdot C_{100})</math></b>	<b>5,76</b>
<b>Nº Baterías</b>	<b>6</b>
<b>Nbs (<math>V_{banc} / V_{bat}</math>)</b>	<b>2</b>
<b>Nbp (<math>N_{bat} / N_{bs}</math>)</b>	<b>2</b>
<b>Nº Baterías en paralelo final</b>	<b>3</b>
<b>Cap total energética (Wh)</b>	<b>83520</b>

**Tabla 68.** Cálculo de los bancos de baterías. Fuente: Elaboración propia y ficha técnica de baterías BAE Secura 8PVS 1200 12v. 1160 Ah. C100

El regulador se encarga de controlar la carga de las baterías para que no se produzcan sobrecargas en las mismas. Para la selección del regulador de carga es necesario calcular cuál será la máxima corriente que deberá soportar, tanto en la entrada como en su salida [Tabla 69], a partir de esos valores se seleccionará el modelo del regulador. A la corriente de salida se le añadirá un porcentaje de seguridad del 25% (Junta de Castilla y León 2004).

Isc (A)	8,95
Nparalelo	13
<b><math>I_{Re} = 1,25 \cdot I_{sc} \cdot N_{paralelo}</math></b>	<b>145,44</b>
Pdc (Pot máx. continua a alimentar) (W)	1000
Pac (Pot máx. alterna a alimentar) (W)	0
$\eta_{inv}$	0,9
Vbat	24
<b><math>IRs = 1,25 \cdot (PDC + PAC / \eta_{inv}) / V_{bat}</math></b>	<b>57,87</b>

**Tabla 69.** Cálculo del regulador. Fuente: Elaboración propia

En base a los valores obtenidos, se selecciona el regulador Regulador solar MPPT Outback FLEXmax FM80 de 80 amperios [Fig.125], cuya ficha técnica se adjunta en el anexo correspondiente a este apartado. Como el regulador es de 80 A, se necesitarán dos de ellos para conseguir la máxima de corriente de entrada a soportar. A uno de ellos irán un ramal de 7 paneles mientras que a otro de ellos derivarán 6 paneles, por lo que uno soportará un máximo de 2,3 kW y otro un máximo de 1,98kW, ambos valores menores a los 5 KW que presenta el regulador para paneles de hasta 48V, según fabricante (monsolar, 2019).



**Figura 125.** Regulador solar MPPT Outback FLEXmax FM80 de 80 amperios.  
Fuente: <https://www.monsolar.com/regulador-solar-mppt-80-amperios-outback-fm80.html>

El último componente de la instalación es el inversor, el cual se encarga de transformar la corriente continua que entregan los paneles o baterías a corriente alterna, con la que funcionan la mayoría de aparatos eléctricos (Álvarez Díaz 2019).

En cuanto a la potencia nominal que debe tener el inversor, se debe tener en cuenta que éste debe satisfacer la potencia máxima prevista para el consumo de la vivienda. A estos valores se le incrementa un porcentaje del 35% para considerar en el cálculo los picos de arranque de los electrodomésticos (Junta de Castilla y León 2004).

La potencia del convertidor la tendremos que elegir en función las potencias nominales de los equipos consumidores multiplicado por el coeficiente simultaneidad de uso de estos, normalmente valores que van de 0,5-0,7 (Junta de Castilla y León 2004). En nuestro caso la potencia total estimada es de 6697,60 W con un coeficiente de 0,6. Los datos para la selección del inversor adecuado se resumen a continuación [Tabla 70].

Vmtotal ( $V_{panel} * N_{ps}$ ) (V)	36,9
Imtotal ( $I_{panel} * N_{pp}$ ) (A)	116,35
Pac (potencia max. Consumo inst.)	4018,56
<b>Pinv (<math>1,35 * Pac</math>) (W)</b>	<b>5425,056</b>

**Tabla 70.** Cálculo del inversor. Fuente: Elaboración propia

En base a la potencia necesaria, se selecciona el inversor Must Solar de 6000W, 24V MPPT 60A de la casa comercial AutoSolar [Fig.126], cuya ficha técnica se adjunta en el apartado 'Anexos: Sistema de abastecimiento energético'.



**Figura 126.** Inversor Cargador 6000W 24V MPPT 60A Must Solar. Fuente:  
<https://autosolar.es/inversores-cargadores-24v/inversor-cargador-6000w-24v-mppt-60a-must-solar>

Una vez calculados todos los elementos necesarios de la instalación, se procede a llevar a cabo el cálculo de las secciones del cableado necesario para la misma. El cableado ha de dimensionarse para soportar la caída de tensión y la corriente máximas que define el REBT.

Para ello se utiliza la fórmula expuesta a continuación (Junta de Castilla y León 2004).

$$S = 2 \cdot \frac{L \cdot I}{\sigma_{\text{cobre}} \cdot \Delta V}$$

Dónde:

S: Sección del cable en mm

L: Longitud del cable en m

I: Intensidad de corriente en A

$\sigma$  cobre: Conductividad eléctrica del cobre en m/ $\Omega$ mm<sup>2</sup>

$\Delta V$ : caída de tensión en %

Una vez calculadas las secciones orientativas, se normalizarán conforme a las secciones comercializadas. Se han considerado cuatro tramos distintos de cableado: entre el generador y el inversor, entre el regulador y la batería, entre el regulador y el inversor y, finalmente, entre el inversor y las cargas de la vivienda.

Las caídas de tensión máxima para las conexiones entre elementos se resumen a continuación [Tabla 71] (Junta de Castilla y León, 2004). Para el cálculo se toma la máxima de cada una de ellas, por seguridad, y se procede a la utilización de la fórmula antemencionada [Tabla 72].

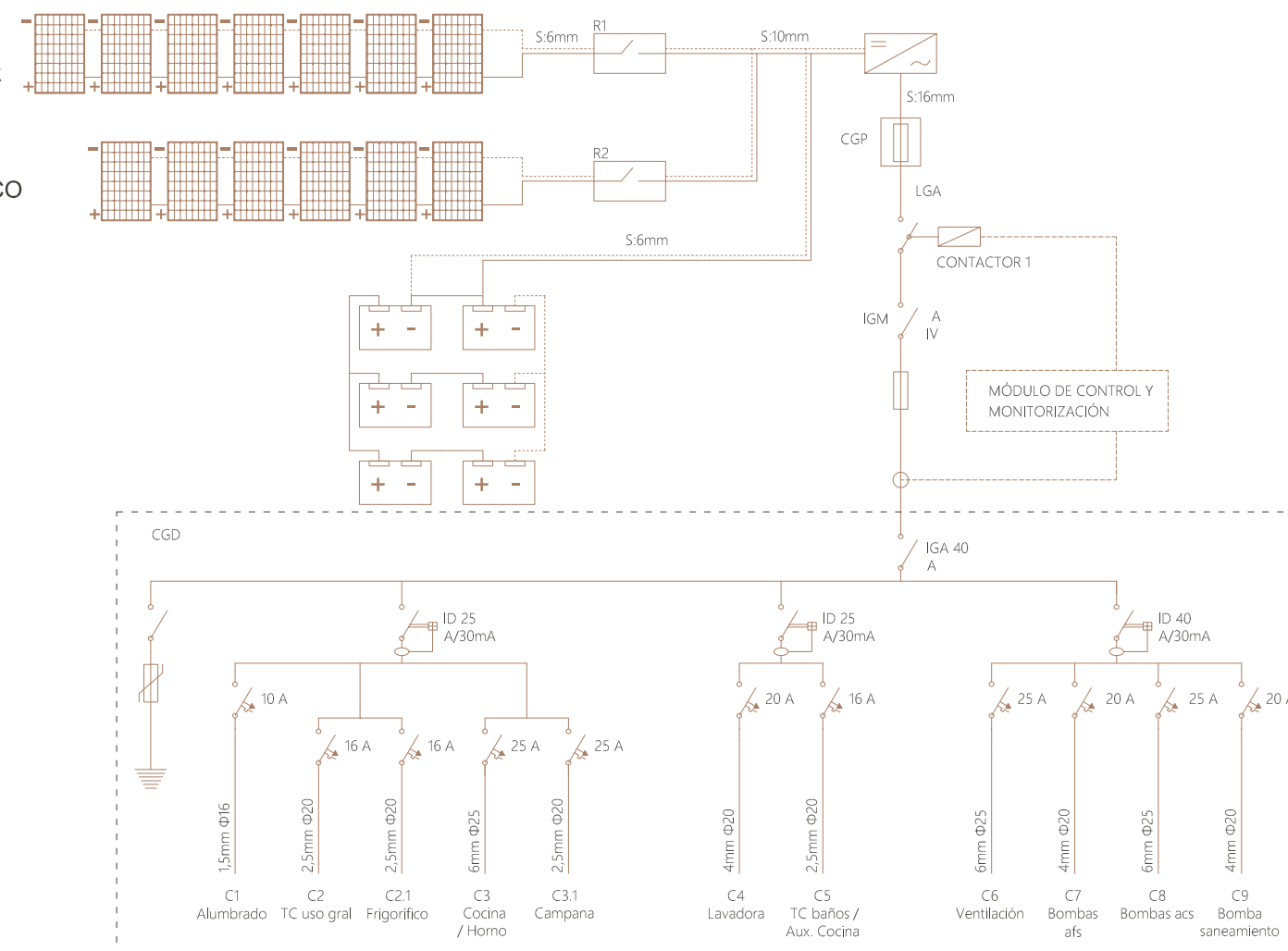
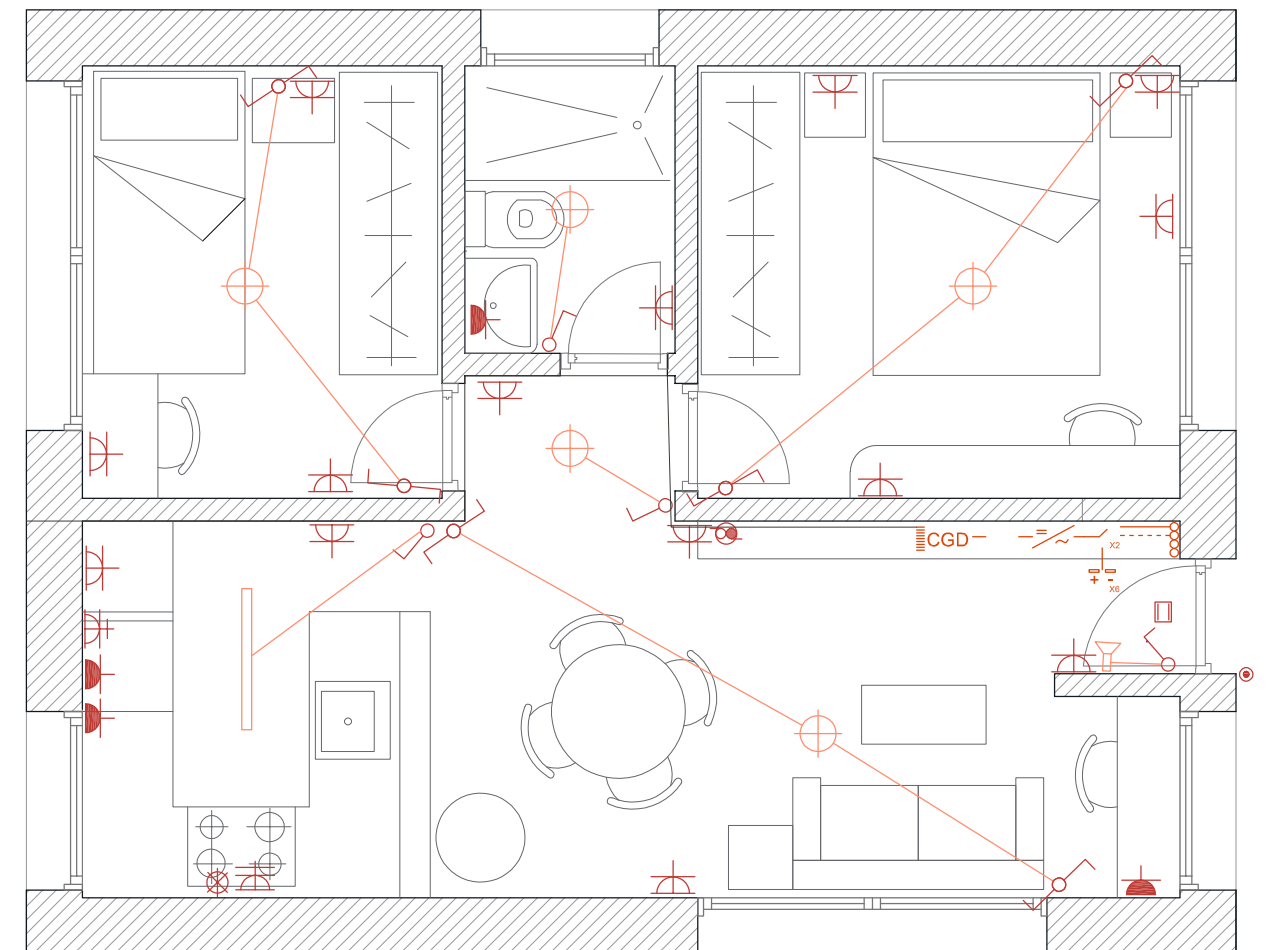
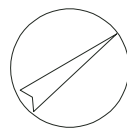
Entre generador y regulador/inv	3-5%
Entre regulador y batería	1%
Entre inversor y batería	1%
Entre regulador e inversor	1%
Entre inversor/regulador y cargas	3%

**Tabla 71.** Caídas máximas de tensión de los circuitos en la instalación solar fotovoltaica. Fuente: Manual del Arquitecto. Energía Solar Fotovoltaica.

TRAMOS	Vnom V	$\Delta V$ %	I A	L m	$\sigma_{\text{cobre}}$ m/ $\Omega$ mm <sup>2</sup>	S mm <sup>2</sup>	Snom mm <sup>2</sup>
Generador-Regulador	36,9	0,05	44,75	10	58	8,36	10
Regulador-Baterías	24	0,01	44,75	0,8	58	5,14	6
Regulador-Inversor	24	0,01	307,79	0,2	58	8,84	10
Inversor-Cargas	230	0,03	123,44	20	58	12,34	16

**Tabla 72.** Cálculo del cableado de la instalación solar fotovoltaica. Fuente: Elaboración propia.

### **6.2.5.3. PLANOS DE LA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA Y ELÉCTRICA DE LA VIVIENDA**



## **7. VIABILIDAD ECONÓMICA**

Como se ha podido ver a lo largo de todo el documento, la consecución de una vivienda autosuficiente es posible, si bien depende de una serie de factores externos a las propias instalaciones, como es la disposición de un sistema constructivo de acuerdo con los principios de la arquitectura bioclimática, la disposición de elementos que permitan un consumo responsable y el propio comportamiento de los inquilinos con respecto a dicho consumo.

Sin embargo y, tal y como se plantea en los objetivos del trabajo, no sólo es necesario conocer su viabilidad técnica sino también su viabilidad económica. De esta forma, se podrá incentivar en mayor medida el desarrollo del sector constructivo de viviendas residenciales en dirección a la autosuficiencia energética y, consecuentemente, en dirección hacia el consumo energético y las emisiones de carbono nulas.

Para conocer la viabilidad económica se hace necesario, en este caso, presupuestar las instalaciones seleccionadas en la vivienda que hacen posible la autosuficiencia de la misma, para después llevar a cabo los cálculos de la amortización de dichas instalaciones.

Se presupuesta solamente las instalaciones y los aparatos seleccionados ya que la vivienda objeto de estudio es una edificación seleccionada exclusivamente para este fin. En el hipotético caso de estudio para el cual se lleve a cabo, a mayores, el diseño de una edificación, se deberá incluir en el presupuesto los gastos que supone dicho diseño y su construcción, puesto que estos gastos son supuestamente más elevados que los derivados de una construcción convencional, debido principalmente a los incrementos de espesores de los aislamientos y las necesidades de sistemas constructivos, con mejor comportamiento frente a las pérdidas térmicas y las infiltraciones. Sin embargo, en el caso que compete a este documento, la vivienda ya diseñada se toma como un ejemplo de construcción convencional, puesto que sus características son las mínimas que han de cumplir las edificaciones de nueva obra a partir de los próximos años, por lo que la diferencia en la construcción no existirá.

Una vez realizado el presupuesto de la vivienda objeto de estudio y, para llevar a cabo una aproximación a la amortización de todos los elementos predispuestos en la misma, se comparará el precio obtenido con el que se obtendría con una vivienda de las mismas características que dispusiera de instalaciones consideradas convencionales. Esto se realiza así debido a que en el presupuesto se incluyen elementos comunes a ambas viviendas, como es la red de saneamiento y abastecimiento interior de agua, así como, los elementos eléctricos y cableado interiores entre otros. Ya que los elementos antemencionados son comunes a una vivienda autosuficiente y a una con instalaciones convencionales, los propietarios de ambas viviendas partirán de un gasto inicial común, que se incrementará, en un caso, a medida que se predispongan los elementos necesarios para conseguir el autoabastecimiento de una de ellas. Se trata de ese incremento el que, en principio, se ha de amortizar para que la autosuficiencia sea viable, siendo aún más recomendable si el logro de la autosuficiencia implica también la amortización total del resto de elementos.

Para llevar a cabo la amortización de forma sencilla y, dado que no se han dimensionado unas instalaciones consideradas como 'convencionales' para la vivienda objeto de estudio, se realiza el presupuesto detallado de las instalaciones de la vivienda dimensionadas a lo largo del documento y, por otro lado, se utiliza el *Generador de presupuestos* del programa *Cype*, el cual permite introducir las características dimensionales de la vivienda y genera, en función a las mismas, un presupuesto con las instalaciones convencionales equivalentes que tendría una vivienda en la actualidad. Así, la amortización se realiza con la diferencia entre ambos presupuestos, siempre teniendo en cuenta que al no haberse dimensionado la vivienda equivalente su presupuesto puede variar, principalmente porque el programa elegido selecciona los precios más asequibles de otro componente de *Cype*, el *Generador de precios*, por lo que puede haberse realizado a la baja; mientras que el presupuesto llevado a cabo para la vivienda

objeto de estudio se ha realizado con los precios reales de catálogo de los aparatos que permiten el autoconsumo y, por otro lado, con los precios obtenidos por el generador de precios para los elementos comunes con la vivienda equivalente, así se asegura que sean idénticos y no impliquen una mayor diferencia a la que habría en la realidad. También se incluyeron los precios de mano de obra, derivados de dicho programa.

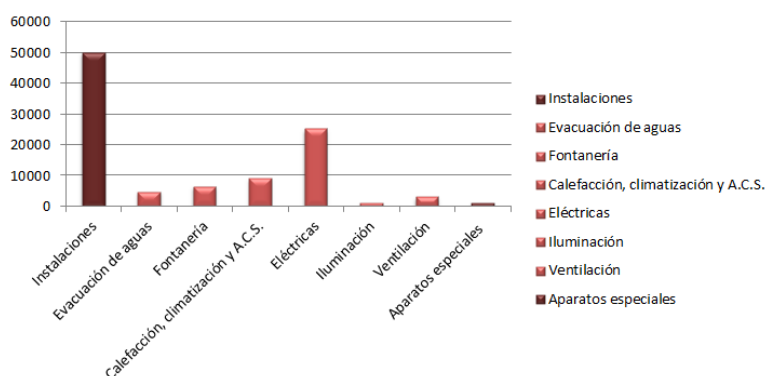
El presupuesto de la vivienda equivalente se adjunta en el anexo correspondiente a este capítulo y los resultados de la amortización se discutirán en el apartado de conclusiones del mismo.

### 7.1. PRESUPUESTO DE LA VIVIENDA AUTOSUFICIENTE

A continuación se incluyen los presupuestos parciales obtenidos para cada uno de los conceptos estudiados a lo largo de este documento. Estos conceptos se agrupan en dos grandes bloques, *Instalaciones* y *Aparatos especiales incluidos en la vivienda*, el segundo de los cuales se incluye para presupuestar los elementos que, no formando parte del conjunto de recogida y potabilización de agua, permiten conseguir un consumo menor de la misma.

Los conceptos que abarca el primer bloque son: Evacuación de aguas; Fontanería; Calefacción, climatización y A.C.S.; Electricidad; Iluminación; y, finalmente, Ventilación. En cada uno de ellos se ha incluido, a mayores del precio del elemento, la mano de obra (bien incluida en el precio de catálogo como es el caso de los tanques de recogida de pluviales o bien definidos por medio de lo que determina el *Generador de precios de Cype* para cada una de las instalaciones), el IVA y un porcentaje de costes directos que el *Generador de precios* indica para cada elemento. La iluminación planteada se presupuestó en base a luminarias de características iguales a las definidas por medio del programa Dialux, tomando dicho precio como referencia para generar una partida alzada. Así se intenta abarcar, ante la imposibilidad de contactar con la totalidad de empresas instaladoras de las instalaciones, las cifras que más se aproximen a la realidad.

A continuación se muestra, por medio de un gráfico, un pequeño desglose de cada uno de los grupos y, dentro del primero de ellos, de cada uno de los conceptos [Fig.127]. En él se puede observar que el importe más elevado deriva de la instalación eléctrica de la vivienda, en la cual se incluye la instalación solar fotovoltaica, cuyo valor asciende a 25.370,27 euros debido principalmente al elevado precio de las baterías que, como se puede ver en el presupuesto adjunto en las próximas páginas, supone más de la mitad del valor de dicha instalación. A esta instalación le sigue, en este orden, el concepto de Calefacción, climatización y A.C.S. donde se incluye la instalación solar térmica, el concepto de Fontanería donde se incluyen los elementos de recogida y tratamiento de agua para su potabilización, el concepto de evacuación de aguas donde se incluye los aparatos necesarios para la depuración de las aguas residuales de la vivienda, el concepto de ventilación y, finalmente, la iluminación.



**Figura 127.** Comparación de los presupuestos parciales de las instalaciones de la vivienda objeto de estudio. Fuente: Elaboración propia.



## Presupuesto parcial nº1 Instalaciones

Num.	Ud.	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
1.1.- Evacuación de aguas					
1.1.1	Ud	Depuradora One2clean 1-3 HE, "Graf" Suministro y puesta en obra de depuradora de oxidación total por SBR marca Graf modelo One2clean 1-3 HE de 2.700L de capacidad total y con capacidad de tratamiento de 450L/día. Incluye depósito Carat RS 2.700L fabricado en inyección de PEAD, cúpula de conexiones, cubierta transitable peatonal, sistema de depuración One2clean 1-3 HE, cuadro de control electrónico y compresor de aire silencioso. Incluso toma de muestras integrada, 10m de mangueras de aire para conexión depuradora-cuadro de control conexiones de entrada y salida DN 100 (110mm) y los accesorios necesarios para su instalación. Con certificado CE, PIA y conforme a normativa UNE EN 12566-3.	1,000	2.676,97	2.676,97
1.1.2	Ud	Túnel de infiltración. Suministro y puesta en obra de túneles de drenaje sostenible formados por módulos de polipropileno (100% reciclable) de color negro, para instalación en filas. Dimensiones 1,16m x 0,8m x 0,51m y capacidad 300L (300L netos) y sus accesorios necesarios. Apto para tránsito de vehículos de hasta 60T (con capacidad de soporte de carga estática hasta 59kN/m2 y carga puntual hasta 100kN/m2). Con certificado BBA (certificación 50 años de vida útil). Incluso pre conexiones (DN 300 (315mm) / DN 250 (250mm) / DN 200 (200mm) / DN 150 (165mm) / DN 100 (110mm) en zonas habilitadas de cada fila.	1,000	67,41	67,41
1.1.3	Ud	Mini separador de grasas Diamant "Graf" de polietileno, para disposición debajo del fregadero con dimensiones 530* 560*350mm y capacidad de 60l	1,000	401,70	401,70
1.1.4	m.	Tubería enterrada de PVC liso de saneamiento, de unión en copa lisa pegada, de 125 mm. de diámetro exterior, espesor de pared 3'1 mm., colocada sobre cama de arena de río, con p.p. de piezas especiales, sin incluir la excavación ni el tapado posterior de las zanjas, y con p.p. de medios auxiliares.	10,800	10,17	109,84
1.1.5	m.	Tubería enterrada de PVC liso de saneamiento, de unión en copa lisa pegada, de 90 mm. de diámetro exterior, espesor de pared 2'7 mm., colocada sobre cama de arena de río, con p.p. de piezas especiales, sin incluir la excavación ni el tapado posterior de las zanjas, y con p.p. de medios auxiliares.	43,600	6,20	270,32
1.1.6.- Sistemas de evacuación de aguas					
1.1.6.1	Ud	Arqueta de registro de 51x51x65 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo macizo tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-10/B/40, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento, y con tapa de hormigón armado prefabricada, totalmente terminada y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior.	8,000	52,80	422,40
1.1.6.2	Ud	Arqueta prefabricada registrable de hormigón armado, de 40x40x50 cm. de medidas interiores, completa, incluso con tapa, colocada sobre solera de hormigón en masa HM-15/B/40, de 15 cm. de espesor, incluso p.p. de formación de agujeros para conexionado de tubos, y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior.	2,000	30,25	60,50
Total 1.1.6.- ISE Sistemas de evacuación de aguas:					482,90

Num.	Ud.	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
<b>1.1.7.- Bajantes</b>					
1.1.7.1	m	Bajante exterior con resistencia al fuego de la red de evacuación de aguas pluviales, formada por tubo de PVC, serie B, de 90 mm de diámetro y 3 mm de espesor; unión pegada con adhesivo. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos y accesorios de PVC, material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.  Incluye: Replanteo del recorrido de la bajante y de la situación de los elementos de sujeción. Presentación en seco de los tubos. Fijación del material auxiliar para montaje y sujeción a la obra. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Realización de pruebas de servicio.  Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.	8,000	6,31	50,48
Total 1.1.7.- ISB Bajantes:					50,48
<b>1.1.8.- Canales</b>					
1.1.8.1	m	Canalón trapecial de PVC con óxido de titanio, de 140x108 mm, color blanco, para recogida de aguas, formado por piezas preformadas, fijadas con gafas especiales de sujeción al alero, con una pendiente mínima del 0,5%. Incluso soportes, esquinas, tapas, remates finales, piezas de conexión a bajantes y piezas especiales.  Incluye: Replanteo del recorrido del canalón y de la situación de los elementos de sujeción. Fijación del material auxiliar para montaje y sujeción a la obra. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.  Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.	8,000	26,74	213,92
Total 1.1.8.- ISC Canales:					213,92
<b>1.1.9.- Derivaciones individuales</b>					
1.1.9.1	Ud	Red interior de evacuación para cuarto de baño con dotación para: inodoro, lavabo sencillo, bañera, bidé, realizada con tubo de PVC, serie B para la red de desagües.	1,000	337,57	337,57
1.1.9.2	Ud	Red interior de evacuación para cocina con dotación para: fregadero, toma de desagüe para lavavajillas, realizada con tubo de PVC, serie B para la red de desagües.	1,000	163,32	163,32
Total 1.1.9.- ISD Derivaciones individuales:					500,89
Total 1.1.- IS Evacuación de aguas:					4.774,43
<b>1.2.- Fontanería</b>					
<b>1.2.1.- Sistemas de tratamiento de agua</b>					
1.2.1.1	Ud	Filtro de radiación ultravioleta Esterilizador VIQUA UV-D4, "Filtec".  Con 2,7 m3/h de caudal a 30 mJ/cm2; 2,0 m3/h de caudal a 40 mJ/cm2, 3/4" de conexión y 50 W de potencia. Cámara de radiación en acero inoxidable AISI-304, con sistema de aviso óptico y acústico de fallo en la lámpara. Timer y aviso sustitución lámpara, monitor de intensidad UV y 2 módulos de control electrónico.	1,000	1.109,31	1.109,31

Num.	Ud.	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
1.2.1.2	Ud	Filtro Optimax-Pro, "Graf" especialmente desarrollado para la recuperación y aprovechamiento de agua pluvial. Precisa poco mantenimiento, ya que es autolimpiable. Integrado en el depósito. Superficie máxima de tejado 350 m <sup>2</sup> y Conexiones DN 100. Dimensiones: 480x260x320  Incluye: Carcasa de filtro para revisión de depósito extraíble sin herramienta, tapa transparente para facilitar las tareas de mantenimiento.	1,000	267,80	267,80
1.2.1.3	Ud	Filtro de carbón activado "AtlasFilttri" para eliminación final de sustancias de agua de lluvia.  Incluye: 3 cartuchos LA 20 BX llenados con carbón activado granular (GAC) para la reducción de los olores, los sabores y las sustancias químicas de acoplamiento rápido con junta tórica doble de 45 mm y carcasa triple MASTER TRIPLEX PLUS 3P BFP BX AB para su colocación.	1,000	126,69	126,69
Total 1.2.1.- IFT Sistemas de tratamiento de agua:					1.503,80
1.2.2.- Depósitos/grupos de presión					
1.2.2.1	Ud	Bomba sumergible de acero inoxidable modelo Integra, "Graf". Bomba sumergida automática con el monitor integrado presión-y del flujo. La bomba cambia por intervalos automáticamente. Hecho de materiales oxidación-resistentes.  Incluye el cable de 10 m y la unidad flotante de la extracción del agua.	1,000	741,60	741,60
1.2.2.2	Ud	Bomba Dosificadora HC997 PI 02-08 para cloración del agua dependiendo del caudal.	1,000	854,37	854,37
1.2.2.4	Ud	Depósito Carat XL 8.500L "Graf" suministro y puesta en obra de depósito.  Incluye depósito Carat XL 8.500L fabricado en rotomoldeo de PEAD, cúpula con conexiones de entrada y salida DN 150 (160mm) y cubierta telescópica transitable peatonal. Incluso pletinas habilitadas para conexiones de entrada DN 100 (110mm) – DN 150 (160mm), posibilidad de conexión hasta DN 300 (315mm) con tubería de PE termosoldada y los accesorios necesarios para su instalación. Con certificado CE. Medidas (L x A x h): 3.500mm x 2.040mm x 2.835. Peso: 361kg	1,000	3.017,90	3.017,90
Total 1.2.2.- IFD Depósitos/grupos de presión:					4.613,87
1.2.3.- Instalación interior					
1.2.3.1	m	Tubería para instalación interior, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), de 20 mm de diámetro. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montada, conexionada y probada.  Incluye: Replanteo y trazado. Colocación y fijación de tubo y accesorios. Realización de pruebas de servicio.  Con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales.  Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.	5,090	9,34	47,54

Num.	Ud.	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
1.2.3.2	m	<p>Tubería para instalación interior, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), de 25 mm de diámetro y 1,9 mm de espesor. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montada, conexionada y probada.</p> <p>Incluye: Replanteo y trazado. Colocación y fijación de tubo y accesorios. Realización de pruebas de servicio. Precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p>	2,640	10,88	28,72
1.2.3.3	m	<p>Tubería para instalación interior, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), de 32 mm de diámetro y 2,4 mm de espesor. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montada, conexionada y probada.</p> <p>Incluye: Replanteo y trazado. Colocación y fijación de tubo y accesorios. Realización de pruebas de servicio.</p> <p>Precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p>	16,450	15,93	262,05
Total 1.2.3.- IFI Instalación interior:					338,31
Total 1.2.- IF Fontanería:					6.455,98
1.3.- Calefacción, climatización y A.C.S.					
1.3.1.- Agua caliente					
1.3.1.1	Ud	<p>Interacumulador "Greenheiss" modelo DPV//ES de 200 litros de capacidad fabricado en acero vitrificado mediante el método flow-coating (850°C), con aislamiento térmico de poliuretano expandido libre de CFC y HCFC. Presión máxima de trabajo 10 bar. Temperatura máxima de trabajo 95 °C. Superficie del intercambiador de 1,5 metros cuadrados, apto para su utilización en aplicaciones solares. Ánodo de magnesio recambiable. Montaje apoyado en suelo. Diámetro exterior: 600mm. Altura: 1215mm. Peso: 85kg. Aislamiento: Poliuretano rígido de 70 mm de grosor (mod. 150-600).</p> <p>Incluye válvulas y material auxiliar para instalaciones.</p>	1,000	974,50	974,50
Total 1.3.1.- ICA Agua caliente:					974,50
1.3.2.- Emisores eléctricos para calefacción					
1.3.2.1	Ud	<p>Radiador eléctrico mural de aceite, de 330 W de potencia eléctrica, con pantalla LCD táctil, termostato y programador digital y vía WiFi. Alimentación monofásica a 230 V. Compuesto por estructura de aluminio de alta inercia térmica, de 350x585x97 mm, certificaciones "2004/108/CE Compatibilidad Electromagnética" y "2006/95/CE Seguridad Electrónica". Montado, conexionado y probado.</p> <p>Incluye: Replanteo del emisor. Fijación de los soportes en el paramento. Colocación del aparato y accesorios. Conexionado.</p> <p>Criterio de medición: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p>	2,000	503,51	1.007,02

Num.	Ud.	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
1.3.2.2	Ud	<p>Radiador eléctrico mural de aceite, de 550 W de potencia eléctrica, con pantalla LCD táctil, termostato y programador digital y vía WiFi. Alimentación monofásica a 230 V de tensión. Compuesto por estructura de aluminio de alta inercia térmica, de 510x585x97 mm, certificaciones "2004/108/CE Compatibilidad Electromagnética" y "2006/95/CE Seguridad Electrónica", colocado sobre paramento vertical. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>Incluye: Replanteo del emisor. Fijación de los soportes en el paramento. Colocación del aparato y accesorios. Conexionado.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p>	4,000	278,00	1.112,00
1.3.2.3	Ud	<p>Radiador eléctrico mural de aceite, de 770 W de potencia eléctrica, con pantalla LCD táctil, termostato y programador digital y vía WiFi. Alimentación monofásica a 230 V de tensión.</p> <p>Compuesto por estructura de aluminio de alta inercia térmica, de 675x585x97 mm, certificaciones "2004/108/CE Compatibilidad Electromagnética" y "2006/95/CE Seguridad Electrónica", colocado sobre paramento vertical. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>Incluye: Replanteo del emisor. Fijación de los soportes en el paramento. Colocación del aparato y accesorios. Conexionado.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p>	1,000	363,59	363,59
Total 1.3.2.- ICM Emisores eléctricos para calefacción:					2.482,61
1.3.3.- Sistemas de conducción de agua					
1.3.3.1	Ud	<p>Bomba monofásica para ACS modelo AMC 40/18-B de la marca "Sedical", de instalación vertical y presión máxima de trabajo 16 bar. Bomba circuladora de alta eficiencia y bajo consumo, eficiente energéticamente y que cumple las condiciones de las directrices de ecodesign (normativa EO nº 641/2009), con entrada en vigor el 1 de Enero de 2013. Tensión 230 V y potencia 594W .</p> <p>Incluye: Replanteo del emisor. Fijación de los soportes en el paramento. Colocación del aparato y accesorios. Conexionado.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p>	1,000	2.637,32	2.637,32
1.3.3.2	m	<p>Tubería de distribución de agua caliente formada por tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 18 mm de diámetro, colocado en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montada, conexionada y probada.</p> <p>Incluye: Replanteo del recorrido de las tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación y fijación de tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación del aislamiento. Realización de pruebas de servicio.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p>	16,800	20,83	349,94
Total 1.3.3.- ICS Sistemas de conducción de agua:					2.987,26

Num.	Ud.	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
<b>1.3.4.- Sistema de Captación solar para A.C.S.</b>					
1.3.4.1	Ud	<p>Captador solar térmico para colocación sobre cubierta plana, formado por dos paneles "Saclima" E-21 de 1988x1041x90mm y rendimiento de 0,785. Capacidad de 1,7 litros. En conjunto, superficie útil total 4,14 m². Superficie absorbente y conductos de cobre; cubierta protectora de vidrio de 4 mm de espesor; kit de montaje para dos paneles sobre cubierta plana. Totalmente montado, conexionado y probado y garantizado en las condiciones de la norma EN 12975. Garantía de los captadores 10 AÑOS.</p> <p>Incluye: Replanteo del conjunto. Colocación de la estructura soporte. Colocación y fijación de los paneles sobre la estructura soporte. Colocación del sistema de acumulación solar. Conexionado con la red de conducción de agua. Llenado del circuito.</p>	1,000	1.025,35	1.025,35
1.3.4.2	Ud	Vaso de expansión de 8 litros	1,000	25,60	25,60
1.3.4.3	m	<p>Tubería de distribución del circuito primario solar formada por tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 18 mm de diámetro, colocado en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montada, conexionada y probada.</p> <p>Incluye: Replanteo del recorrido de las tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación y fijación de tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación del aislamiento. Realización de pruebas de servicio.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p>	40,000	20,83	833,20
1.3.4.4	Ud	<p>Grupo hidráulico solar Ex25/7,5 de instalación en pared. Con presión máxima de 10 bares y temperatura máxima de trabajo de 120°C</p> <p>Incluye fittings de latón prensado Ms58, tuberías de conducción, caudalímetro de material plástico resistente a los impactos de temperatura y grupo de seguridad con llaves para limpieza, prueba de presión y llenado/vaciado del circuito solar. Presenta carcasa aislante y bomba Wilo Yonos para ST25/7,5 con un caudal de hasta 8m³/h.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p>	1,000	575,26	575,26
1.3.4.5	Ud	<p>Estructura metálica de acero galvanizado para soporte de 2 paneles solares térmicos, para instalación sobre superficie horizontal, y de la marca SACLIMA modelo E-21. Fabricadas en aluminio galvanizado y las sujeciones de los captadores en aluminio.</p> <p>Incluye todos los elementos que se necesitan para su montaje incluida la tornillería. Compuestas por: Conjunto estructural Aluminio galvanizado, perfiles de Aluminio, perfil Aluminio arriostramiento y abrazaderas de aluminio para la sujeción del captador al perfil de aluminio.</p>	1,000	194,67	194,67
Total 1.3.4.- ICB Sistema de Captación solar para A.C.S.:					2.654,08
Total 1.3.- IC Calefacción, climatización y A.C.S.:					9.098,45

Num.	Ud.	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
<b>1.4.- Eléctricas</b>					
<b>1.4.1.- Puesta a tierra</b>					
1.4.1.1	m	Conductor de tierra formado por cable rígido desnudo de cobre trenzado, de 25 mm <sup>2</sup> de sección. Incluso p/p de uniones realizadas con soldadura aluminotérmica, grapas y bornes de unión. Totalmente montado, conexionado y probado.  Incluye: Replanteo del recorrido. Tendido del conductor de tierra. Conexionado del conductor de tierra mediante bornes de unión.  Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.	30,000	3,61	108,30
Total 1.4.1.- IEP Puesta a tierra:					108,30
<b>1.4.2.- Canalizaciones</b>					
1.4.2.1	m	Suministro e instalación enterrada de canalización de tubo curvable para abastecimiento eléctrico exterior, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 40 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 450 N, colocado sobre lecho de arena de 5 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Incluso cinta de señalización.  Incluye: Replanteo. Ejecución del lecho de arena para asiento del tubo. Colocación del tubo. Colocación de la cinta de señalización. Ejecución del relleno envolvente de arena. El precio incluye los equipos y la maquinaria necesarios para el desplazamiento y la disposición en obra de los elementos  Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.	19,000	4,74	90,06
Total 1.4.2.- IEO Canalizaciones:					90,06
<b>1.4.3.- Cables</b>					
1.4.3.1	m	Cable eléctrico unipolar para abastecimiento eléctrico exterior, Wirepol CPRO Flexible "PRYSMIAN", de alta deslizabilidad, tipo H07V-K, tensión nominal 450/750 V, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x4 mm <sup>2</sup> de sección, aislamiento de policloruro de vinilo (PVC), de tipo TI 1, y con las siguientes características: no propagación de la llama, no propagación del incendio, libre de halógenos y resistencia a la absorción de agua, con tecnología Quick System de deslizabilidad para ahorro en el tiempo de instalación y reducción del esfuerzo de tracción. Totalmente montado, conexionado y probado.  Incluye: Tendido del cable y conexionado.  Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.	50,000	1,06	53,00
Total 1.4.3.- IEH Cables:					53,00

Num.	Ud.	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
<b>1.4.4.- Instalaciones interiores</b>					
1.4.4.1	Ud	<p>Red eléctrica completa de distribución interior de una vivienda unifamiliar con grado de electrificación elevada, con las siguientes estancias: acceso, vestíbulo, comedor de 12,90 m<sup>2</sup>, dormitorio doble de 9,19 m<sup>2</sup>, dormitorio sencillo de 6,87 m<sup>2</sup>, baño, cocina de 5,72 m<sup>2</sup>, compuesta de los siguientes elementos: CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN formado por caja empotrable de material aislante con puerta opaca, para alojamiento del interruptor de control de potencia (ICP) (no incluido en este precio) en compartimento independiente y precintable y de los siguientes dispositivos: 1 interruptor general automático (IGA) de corte omnipolar (2P), 3 interruptores diferenciales, 1 interruptor automático magnetotérmico de 10 A (C1), 1 interruptor automático magnetotérmico de 16 A (C2), 1 interruptor automático magnetotérmico de 25 A (C3), 1 interruptor automático magnetotérmico de 20 A (C4), 1 interruptor automático magnetotérmico de 16 A (C5), 2 interruptores automáticos magnetotérmicos de 25 A (C8), 1 interruptor automático magnetotérmico de 25 A (C9); CIRCUITOS INTERIORES: C1, iluminación, H07V-K reacción al fuego clase Eca 3G1,5 mm<sup>2</sup>; C2, tomas de corriente de uso general y frigorífico, H07V-K reacción al fuego clase Eca 3G2,5 mm<sup>2</sup>; C3, cocina y horno, H07V-K reacción al fuego clase Eca 3G6 mm<sup>2</sup>; C4, lavadora, lavavajillas y termo eléctrico H07V-K reacción al fuego clase Eca 3G4 mm<sup>2</sup>; C5, tomas de corriente de los cuartos de baño y de cocina, H07V-K reacción al fuego clase Eca 3G2,5 mm<sup>2</sup>; 2 C8, calefacción eléctrica, H07V-K reacción al fuego clase Eca 3G6 mm<sup>2</sup>; C9, aire acondicionado, H07V-K reacción al fuego clase Eca 3G6 mm<sup>2</sup>; MECANISMOS gama básica con tecla o tapa y marco de color blanco y embellecedor de color blanco. Incluso tubo protector, tendido de cables en su interior, cajas de derivación con tapas y regletas de conexión, cajas de empotrar con tornillos de fijación y cuantos accesorios sean necesarios para su correcta instalación. Totalmente montada, conexionada y probada.</p> <p>Incluye: Replanteo y trazado de conductos. Colocación de la caja para el cuadro. Montaje de los componentes. Colocación y fijación de los tubos. Colocación de cajas de derivación y de empotrar. Tendido y conexionado de cables. Colocación de mecanismos.</p>	1,000	1.956,45	1.956,45
Total 1.4.4.- IEI Instalaciones interiores:					1.956,45
<b>1.4.5.- Solar fotovoltaica</b>					
1.4.5.1	Ud	<p>Módulo solar fotovoltaico de células de silicio policristalino, modelo ZT330p "Zytech", potencia máxima (Wp) 330 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 38,15 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 8,65 A, tensión en circuito abierto (Voc) 46 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 9,22 A, eficiencia 17,91%, 72 células de 156x156 mm, vidrio exterior templado de 3,2 mm de espesor, capa adhesiva de etilvinilacetato (EVA), capa posterior de polifluoruro de vinilo, poliéster y polifluoruro de vinilo (TPT), marco de aluminio anodizado, temperatura de trabajo -40°C hasta 85°C, dimensiones 1956x992x40 mm, resistencia a la carga del viento 245 kg/m<sup>2</sup>, peso 22 kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores. Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico, sin incluir la estructura soporte. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>Incluye: Colocación y fijación del módulo y conexionado.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p>	13,000	348,78	4.534,14



Num.	Ud.	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
1.4.5.2	Ud	Inversor solar de onda senoidal pura/igual a la entrada (modo bypass) con potencia de salida de 6KW, potencia máxima de entrada 18 kW, salida de voltaje a 220/230/240 V y frecuencia de salida de 50-60Hz, con una eficiencia del 95%. De dimensiones 597x247x197 mm, con carcasa de aluminio para su instalación en interior, interruptor de corriente continua, pantalla gráfica LED + LCD, puertos RS-22 y puerto remoto, para instalación en pared. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación. Totalmente montado, conexionado y probado.  Incluye: Montaje, fijación y nivelación y conexionado.  Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.	1,000	816,19	816,19
1.4.5.3	Ud	Regulador MPPT OUTBACK FLEXmax FM80 con una corriente de carga máxima de 80 amperios, para baterías de 12v, 24v, 36v, 48v y 60v. Con una tensión máxima en el campo fotovoltaico de 150Vcc, permite configurar hasta los 100V la tensión de los paneles. Utiliza un sistema de seguimiento del punto de máxima potencia continuo (MPPT, Maximum Power Point Tracking). Compatible con paneles solares de 60 células. 5 estados de carga: Bulk (carga máxima), absorción, flotación, silenciosa e igualación. Carga con compensación por temperatura. Tensiones y temporización programables. Pantalla de información retroiluminada con registro de datos. Funcionamiento en paralelo de máximo 25 unidades, temperatura de trabajo de -40°C a 60°C. Dimensiones 350x160x135, colocación en paredes interiores.  Calidad en función de normas: EN61000-6-1, EN61000-6-3.	2,000	1.345,10	2.690,20
1.4.5.4	Ud	Baterías "BAE" modelo Secura 8PVS 1200 12v. 1160 Ah. C100, estacionarias de plomo ácido. Con dimensiones 215x193x710mm. Máxima capacidad de descarga del 80% y capacidad nominal C100 1160Ah.  Testado por medio de los estándares IEC 60896-11 y IEC 61427 y de acuerdo con la norma EN 50272-2	6,000	2.492,60	14.955,60
1.4.5.5	Ud	Estructura metálica para paneles solares fotovoltaicos, para ubicación en cubierta plana.	1,000	141,63	141,63
1.4.5.6	m	Cable unipolar H07V-K, siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 6 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de PVC (V). Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado.  Incluye: Tendido del cable y conexionado.  Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.	1,000	1,60	1,60
1.4.5.7	m	Cable unipolar H07V-K, siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 10 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de PVC (V). Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado.  Incluye: Tendido del cable y conexionado.  Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.	10,000	2,31	23,10
Total 1.4.5.- IEF Solar fotovoltaica:					23.162,46
Total 1.4.- IE Eléctricas:					25.370,27

Num.	Ud.	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
1.5.- Iluminación					
1.5.1.- Interior					
1.5.1.1	Ud	Partida alzada del total de iluminación interior de la vivienda. Compuesta por:  Recibidor: LEDS-C4 - 05-2708-21-21 OPEN con potencia 4.5W y rendimiento lumínico 71.0 lum/w  Salón-comedor: Molto Luce - 445-01501426 BADO SD 500 W/DL con potencia 37.0W y rendimiento lumínico 121.6 lum/W (precio obtenido a partir de luminaria similar Lámpara empotrada LED LSF con iluminación antideslumbrante "Lenneper Leuchten")  Cocina: Ridi Leuchten GmbH - 0532515 VLDF-F139DAWS-300T840 con potencia 19.0W y rendimiento lumínico 135.7 lum/W (precio obtenido a partir de luminaria similar Luminaria de superficie Ice Line 2 LED s "Lledo")  Distribuidor: LEDS-C4 - 15-5265-60-00 PLAY DECO SURFACE con potencia 8.0W y rendimiento lumínico 67.6 lum/W  Habitación Principal, Habitación Secundaria y Baño: Ridi Leuchten GmbH - 0321918 ADLR 195/2000-840 SMB con potencia 16.0W y rendimiento lumínico 120.3 lum/W (precio obtenido a partir de luminaria similar EGLO connect Capasso-C plafón LED blanco-cromo, "EGLO")	1,000	1.203,98	1.203,98
Total 1.5.1.- III Interior:					1.203,98
Total 1.5.- II Iluminación:					1.203,98
1.6.- Ventilación					
1.6.1.- Ventilación mecánica para viviendas					
1.6.1.1	Ud	Suministro e instalación de Central de Ventilación Mecánica Controlada de Doble Flujo SIBER DF SKY 1 con un recuperador de la Energía Térmica con un rendimiento de hasta el 95%, una capacidad de ventilación máxima de 150 m3/h. Regulación en continuo de los caudales de aire mediante el cuadro de control, presencia de un indicador del estado de los filtros en el equipo y posibilidad de indicación del estado de filtros en el selector de posición, nueva regulación anti-hielo inteligente que en caso de ser necesario pone en marcha la batería de pre-calentamiento montada de serie, equipada de serie de un By-pass con válvula a funcionamiento automático, regulación del flujo constante.  Incluye: Kit de soportes de suspensión, kit de conectores para conductos y kit de documentación y mando multicontrol que incluye Manual de Control.	1,000	2.246,99	2.246,99
1.6.1.2	Ud	Sistema de distribución 206 Inline, "Siber" diseñado especialmente para sistemas de ventilación mecánica con recuperación de calor. Sistema modular compuesto por un colector, un conducto semirígido y varios accesorios. Con dimensiones 399x399x148 mm.	2,000	263,94	527,88
1.6.1.3	Ud	Rejilla gama Pure Air, LineCompact "Fränkische", con acabado en acero inoxidable para entrada o salida de aire, con fijación magnética. Para utilización con conductos ProfiAir y adecuadas para su utilización con difusor de aire a 90° ProfiAir. Incluye difusores de aire a 90° de la gama Pure Air de aplicabilidad universal para entrada y salida de aire, aptos para instalación en suelo, techo o pared, equipado para uniones con DN75 y DN90.	1,000	441,65	441,65

Num.	Ud.	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
Total 1.6.1.- IVM Ventilación mecánica para viviendas:					3.216,52
1.6.3.- Conductos de admisión y extracción para ventilación					
1.6.3.1 Ud		Conducto profiair DN70 "Fränkische" diámetro 70. Conducto flexible corrugado para instalación de red de ventilación mecánica controlada (VMC) doble flujo con recuperador de calor, antiestático, antibacteriano, elimina el 99,99% de bacterias presentes en la red de ventilación. Construido con HDPE 100% puro de calidad alimentaria y su interior liso antiestático impide la retención de polvos que podrían provocar molestias respiratorias, garantizando la higiene y calidad del aire del interior. Certificado por PassivHaus Institute.			
		Distribuido en rollo de 20 metros para su correcta instalación.	1,000	8,13	8,13
1.6.3.2 Ud		Conducto profiair DN90 "Fränkische" diámetro 90. Conducto flexible corrugado para instalación de red de ventilación mecánica controlada (VMC) doble flujo con recuperador de calor, antiestático, antibacteriano, elimina el 99,99% de bacterias presentes en la red de ventilación. Construido con HDPE 100% puro de calidad alimentaria y su interior liso antiestático impide la retención de polvos que podrían provocar molestias respiratorias, garantizando la higiene y calidad del aire del interior. Certificado por PassivHaus Institute.			
		Distribuido en rollo de 20 metros para su correcta instalación.	1,000	9,47	9,47
1.6.3.3 Ud		Conducto rígido Tubpla® Pure StancoFix "Etxegorri" con dimensiones Ø 100x3000. Distribuido en elementos de 18m.	1,000	12,10	12,10
1.6.3.4 Ud		CodosTubpla® Pure StancoFix "Etxegorri" 90º para conexión entre conductos Tubpla® Pure StancoFix con diámetro 100. Distribuidos en paquetes de 18 unidades.	1,000	7,32	7,32
Total 1.6.3.- IVV Conductos de admisión y extracción para ventilación:					37,02
Total 1.6.- IV Ventilación:					3.253,54
Total presupuesto parcial nº 1 Instalaciones:					50.156,65

## Presupuesto parcial nº2 Aparatos especiales incluidos en la vivienda

Num.	Ud.	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
2.1	Ud	Grifo de cocina monomando KARIM DUE ECO "Galindo" con un consumo de caudal de 6 l/min a 3 bares de presión.	1,000	76,63	76,63
2.2	Ud	Grifo de lavabo monomando L20 "Roca" con un consumo de caudal de 6 l/min a 3 bares de presión.	1,000	47,07	47,07
2.3	Ud	Set de ducha Crometta Vario Green "Hansgrohe" con un consumo de caudal de 6 l/min a 3 bares de presión.	1,000	61,80	61,80
2.4	Ud	Lavadora WTE 6511 BW "Beko" con una eficiencia energética A+++ y consumo de agua de 40l/lavado	1,000	338,87	338,87
2.5	Ud	Inodoro de porcelana Inspira Round de la marca Roca, con una cisterna baja de doble descarga de 4,5/3 l con alimentación inferior.	1,000	708,64	708,64
Total presupuesto parcial nº 2 Aparatos especiales incluidos en la vivienda:					1.233,01

Presupuesto de ejecución material	Importe (€)
<b>1 Instalaciones</b>	<b>50.156,65</b>
1.1.- Evacuación de aguas	4.774,43
1.1.6.- Sistemas de evacuación de aguas	482,90
1.1.7.- Bajantes	50,48
1.1.8.- Canales	213,92
1.1.9.- Derivaciones individuales	500,89
1.2.- Fontanería	6.455,98
1.2.1.- Sistemas de tratamiento de agua	1.503,80
1.2.2.- Depósitos/grupos de presión	4.613,87
1.2.3.- Instalación interior	338,31
1.3.- Calefacción, climatización y A.C.S.	9.098,45
1.3.1.- Agua caliente	974,50
1.3.2.- Emisores eléctricos para calefacción	2.482,61
1.3.3.- Sistemas de conducción de agua	2.987,26
1.3.4.- Sistema de Captación solar para A.C.S.	2.654,08
1.4.- Eléctricas	25.370,27
1.4.1.- Puesta a tierra	108,30
1.4.2.- Canalizaciones	90,06
1.4.3.- Cables	53,00
1.4.4.- Instalaciones interiores	1.956,45
1.4.5.- Solar fotovoltaica	23.162,46
1.5.- Iluminación	1.203,98
1.5.1.- Interior	1.203,98
1.6.- Ventilación	3.253,54
1.6.1.- Ventilación mecánica para viviendas	3.216,52
1.6.3.- Conductos de admisión y extracción para ventilación	37,02
<b>2 Aparatos especiales incluidos en la vivienda</b>	<b>1.233,01</b>
<b>TOTAL</b>	<b>51.389,66</b>

**Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de CINCUENTA Y UN MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS.**

Como se puede ver en el presupuesto adjuntado, la totalidad de las instalaciones de la vivienda requiere una elevada inversión inicial para las dimensiones de la misma. Sin embargo, se ha de tener en cuenta que los precios de los elementos que se instalen pueden variar, habiendo elegido para este trabajo una gama media-alta de sistemas, ya que parecen aportar mayor fiabilidad. Con la cantidad obtenida se procede a realizar la amortización de los sistemas para estudiar su viabilidad.

## **7.2. AMORTIZACIÓN**

La amortización de los sistemas elegidos se lleva a cabo separándolos en dos grandes grupos, por un lado se encuentran aquellos que están relacionados con el agua y el saneamiento, ya que ambos se pagan generalmente cada dos o tres meses a la compañía suministradora de agua y, por otro lado, el resto de instalaciones que está más estrechamente ligadas a la electricidad.

Para el cálculo de la amortización de la electricidad, se valora como inversión inicial la diferencia entre el presupuesto realizado para la vivienda objeto de estudio y el estimado para una vivienda con instalaciones convencionales por medio del *Generador de presupuestos de Cype*, ambos sin tener en cuenta el importe que se le asigna a los conceptos de fontanería y saneamiento. Además, se le asigna a las instalaciones una vida útil de 25 años, que es inicialmente la garantizada por los fabricantes de la instalación solar fotovoltaica, la encargada de otorgar energía al resto de instalaciones de la vivienda.

Por otro lado, como importe ahorrado se utiliza el precio del consumo que tendría la vivienda equivalente con instalaciones convencionales, puesto que éste es el consumo que llevarían los habitantes de la vivienda objeto de estudio en caso de no estar pensada con todos los equipos que hacen que logre su autosuficiencia; como por ejemplo con la ventilación mecánica, que no ha sido presupuestada en la vivienda equivalente por el *Generador de Presupuestos* en pro de una ventilación híbrida, lo que implicaría que el consumo de calefacción se disparará, tal y como se indica en la primera simulación realizada con el *Design Builder* en capítulos anteriores.

Para el consumo eléctrico de las luminarias, se buscaron los modelos definidos en la partida del presupuesto correspondiente a la vivienda equivalente, los cuales no son de bajo consumo.

En cuanto al consumo de agua caliente, debido a que el Código Técnico de la Edificación establece la obligatoriedad de incorporar un sistema de abastecimiento por medio de energía renovable, como son los paneles solares térmicos y, ya que el *Generador de Presupuestos* ha definido para la instalación la necesidad de dos captadores solares (que es el mismo número de ellos que se necesitan para lograr cubrir la demanda de A.C.S. en la vivienda objeto de estudio), se estima que, en la vivienda equivalente, dicha demanda quedará cubierta. Por ello, no se valora un incremento del consumo energético en relación con el agua caliente sanitaria.

En lo relativo al acondicionamiento interior, los meses de calefacción en la vivienda equivalente sin ventilación mecánica ascenderían hipotéticamente, según el programa *Design Builder*, a Noviembre (22 días), Diciembre (31 días), Enero (31 días), Febrero (23 días) y Marzo (19 días).

Además, ya que la vivienda no dispondría de recuperador de calor, se tomarán para los cálculos una media diaria, durante esos meses, de 6 horas frente a las 4h establecidas en el cálculo de calefacción de la vivienda objeto de estudio. Así pues, las necesidades ascenderían a 756 horas anuales, que equivalen a 2,07 horas diarias, utilizadas para calcular el consumo medio diario de la puesta en marcha de la calefacción en la vivienda equivalente.

Los cálculos de la energía eléctrica consumida por la vivienda equivalente se adjuntan a continuación, por un lado, con la caldera eléctrica establecida por defecto por el *Generador de Presupuestos* [Tabla 73] y, por otro, con la alternativa más eficiente en este caso, los radiadores eléctricos de bajo consumo dimensionados para la vivienda objeto de estudio [Tabla 74]; los cuales casi equivaldrían, en consumo, a una bomba de calor, que es una de las opciones más utilizadas actualmente en las obras de nueva construcción para cubrir la demanda de calefacción como alternativa eficiente a las calderas convencionales.

Ambas referencias se toman a lo largo del estudio de la viabilidad de la vivienda objeto de estudio, generando paralelamente dos casos: el primero de ellos estudia la comparación y viabilidad de la vivienda objeto de estudio con respecto a su equivalente con presencia de caldera eléctrica, mientras el segundo, estudia la comparación y viabilidad de la vivienda objeto

de estudio con respecto a su equivalente con presencia de radiadores eléctricos de bajo consumo.

Elemento	Ud	Pot. (W)	Tiempo (h/día)	Consumo (Wh/día)
Luminarias	9	26	8,5	1989
Tv	1	40	3	120
Ordenador	1	120	2,5	300
Horno	1	970	0,5	485
Cocina	1	1000	1	1000
Campana	1	200	1	200
Lavadora	1	450	0,4	180
Nevera	1	-	-	490
Ventilación	1	137	12	1644
Radiadores eléctrica	1	3310	2,07	6851,7
<b>TOTAL DIARIO</b>				<b>13259,7</b>
				13,2597
20% seg.				15,91164
<b>TOTAL</b>				<b>5807,7486</b>

**Tabla 73.** Datos de los consumos de una vivienda equivalente a la vivienda objeto de estudio con presencia de caldera eléctrica. Fuente: Elaboración propia.

Elemento	Ud	Pot. (W)	Tiempo (h/día)	Consumo (Wh/día)
Luminarias	9	26	8,5	1989
Tv	1	40	3	120
Ordenador	1	120	2,5	300
Horno	1	970	0,5	485
Cocina	1	1000	1	1000
Campana	1	200	1	200
Lavadora	1	450	0,4	180
Nevera	1	-	-	490
Ventilación	1	137	12	1644
Radiadores eléctricos	1	1379	2,07	2854,53
<b>TOTAL DIARIO</b>				<b>9262,53</b>
				9,26253
20% seg.				11,115036
<b>TOTAL</b>				<b>4056,98814</b>

**Tabla 74.** Datos de los consumos de una vivienda equivalente a la vivienda objeto de estudio con presencia de radiadores eléctricos de bajo consumo. Fuente: Elaboración propia.

Con ambos consumos se calculó el gasto monetario anual real de la vivienda, incluyendo tasas e impuestos, tal y como se resume en las tablas a continuación [Tabla 75-76].

Todos los datos dispuestos en las tablas presentadas se corresponden con los definidos en una factura eléctrica genérica y real, obtenida por medio de la comercializadora regulada *Grupo Naturgy*.

Consumo vivienda equivalente con caldera eléctrica		5807,7486 kW/año
<b>Peaje de acceso</b>		
Facturación por potencia contratada		
Importe por peaje de acceso (Potencia contratada·Importe peaje·periodo facturación)	3,3KW x 38,043426 €/kW/año x 1 año	
Importe margen de comercialización fijo (Potencia contratada·Margen comercialización·Periodo facturación)	3,3KW x 3,113 €/kW/año x 1 año	
Facturación por energía consumida		
Importe por peaje de acceso (Consumo·Importe peaje)	5807KWh/año x 0,0044027 €/kWh	
Importe por coste de la energía (Consumo·Precio energía)	5807kWh/año x 0,14 €/kWh	
Impuesto eléctrico	(Total Peaje de acceso·5,11269632)	
Alquiler equipos medida y control (Periodo de facturación·0,026630 €/día)	1 año·0,026630 €/día	
Impuesto aplicado (21% del total de la factura)		

**Tabla 75.** Datos de la factura eléctrica de la vivienda equivalente a la vivienda objeto de estudio con presencia de caldera eléctrica. Fuente: Factura de la comercializadora regulada *Grupo Naturgy*.

Consumo vivienda equivalente con radiadores eléctricos		4056,98 kW/año
<b>Peaje de acceso</b>		
Facturación por potencia contratada		
Importe por peaje de acceso (Potencia contratada·Importe peaje·periodo facturación)	3,3KW x 38,043426 €/kW/año x 1 año	
Importe margen de comercialización fijo (Potencia contratada·Margen comercialización·Periodo facturación)	3,3KW x 3,113 €/kW/año x 1 año	
Facturación por energía consumida		
Importe por peaje de acceso (Consumo·Importe peaje)	4056,98kWh/año x 0,0044027 €/kWh	
Importe por coste de la energía (Consumo·Precio energía)	5807kWh/año x 0,14 €/kWh	
Impuesto eléctrico	(Total Peaje de acceso·5,11269632)	
Alquiler equipos medida y control (Periodo de facturación·0,026630 €/día)	1 año·0,026630 €/día	
Impuesto aplicado (21% del total de la factura)		

**Tabla 76.** Datos de la factura eléctrica de la vivienda equivalente a la vivienda objeto de estudio con presencia de radiadores eléctricos de bajo consumo. Fuente: Factura de la comercializadora regulada *Grupo Naturgy*.

En cuanto a la inversión que conllevaría la adecuación de la vivienda objeto de estudio para la consecución de su autosuficiencia energética, se tiene en cuenta la diferencia entre los presupuestos de la vivienda objeto de estudio (51.389,66€) y la vivienda equivalente (17.675,46€); a los cuales se les resta la cantidad de dinero que se invierte en las instalaciones de agua y saneamiento, obteniendo así un valor de 40.159,25€ y 12.667,34€ respectivamente para el caso de la instalación de caldera eléctrica.

Para el caso de la instalación de radiadores de bajo consumo, se sigue el mismo procedimiento, restándole al presupuesto de la vivienda objeto de estudio (51.389,66€) y al de la vivienda equivalente (17.202,82€), los valores correspondientes a las instalaciones de agua y saneamiento y obteniendo un valor de 40.159,25€ y 12.194,7€ respectivamente.

En definitiva, se parte de la inversión de 27.491,91€ en el caso de la vivienda equivalente con caldera eléctrica y de 27.964,55€ en el caso de la vivienda equivalente con radiadores eléctricos de bajo consumo. A este importe se le sumará, anualmente, los gastos de mantenimiento de los equipos que se establecen en 150 €/año, debido principalmente a las revisiones cada 6 meses que han de hacer los técnicos especializados, ya que el mantenimiento preventivo, que se ha de hacer cada mes, lo puede llevar a cabo el propio inquilino de la vivienda. (Alonso Lorenzo 2015)

Así pues se llevan a cabo ambas amortizaciones, tal y como se muestra en las siguientes tablas (Fig. 128-129) y se obtiene que: para la comparación con el caso de la vivienda equivalente con caldera eléctrica, el monto monetario que se invierte a mayores de las instalaciones convencionales de cableado y tuberías, ya que el pago de las mismas se haría igualmente tanto en una vivienda convencional como autosuficiente, se amortiza dentro de la vida útil definida, concretamente en 19 años, con lo que se obtendrían 6 años de ahorro económico; mientras, para la comparación con el caso de la vivienda equivalente con caldera eléctrica, la inversión también se amortiza en la vida útil definida, sin embargo, se tarda más en amortizar el precio inicial, concretamente 24 años, obteniendo tan sólo 1 año de ahorro económico, ya que la inversión inicial de los radiadores eléctricos es menor que la inversión en una caldera, radiadores convencionales y la consecuente derivación desde la caldera a cada uno de ellos.

Año	Peaje acceso	Margen comerc.	Importe por peaje de acceso	Consumo	ΔAnual tarifa	Precio tarifa	Precio consumo	Precio Total	Precio impuesto especial	Precio alquiler equipos	Precio con IVA	Ahorro acumulado	Gastos Mant.	Inversion + Mant.	Amortización
														27491,91	
1	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,00	0,14	813,08	1204,60	1266,19	9,73	1543,86	1543,86	150,00	27641,91	26098,05
2	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,01	0,14	821,22	1212,73	1274,73	9,73	1554,20	3098,06	150,00	27791,91	24693,85
3	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,02	0,14	829,35	1220,86	1283,28	9,73	1564,54	4662,61	150,00	27941,91	23279,30
4	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,03	0,14	837,48	1228,99	1291,83	9,73	1574,89	6237,49	150,00	28091,91	21854,42
5	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,04	0,15	845,61	1237,12	1300,37	9,73	1585,23	7822,72	150,00	28241,91	20419,19
6	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,05	0,15	853,74	1245,25	1308,92	9,73	1595,57	9418,29	150,00	28391,91	18973,62
7	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,06	0,15	861,87	1253,38	1317,47	9,73	1605,91	11024,20	150,00	28541,91	17517,71
8	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,07	0,15	870,00	1261,51	1326,01	9,73	1616,25	12640,45	150,00	28691,91	16051,46
9	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,08	0,15	878,13	1269,65	1334,56	9,73	1626,59	14267,04	150,00	28841,91	14574,87
10	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,09	0,15	886,26	1277,78	1343,11	9,73	1636,93	15903,97	150,00	28991,91	13087,94
11	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,10	0,15	894,39	1285,91	1351,65	9,73	1647,27	17551,24	150,00	29141,91	11590,67
12	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,11	0,16	902,52	1294,04	1360,20	9,73	1657,62	19208,86	150,00	29291,91	10083,05
13	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,12	0,16	910,65	1302,17	1368,74	9,73	1667,96	20876,82	150,00	29441,91	8565,09
14	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,13	0,16	918,79	1310,30	1377,29	9,73	1678,30	22555,12	150,00	29591,91	7036,79
15	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,14	0,16	926,92	1318,43	1385,84	9,73	1688,64	24243,76	150,00	29741,91	5498,15
16	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,15	0,16	935,05	1326,56	1394,38	9,73	1698,98	25942,74	150,00	29891,91	3949,17
17	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,16	0,16	943,18	1334,69	1402,93	9,73	1709,32	27652,06	150,00	30041,91	2389,85
18	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,17	0,16	951,31	1342,82	1411,48	9,73	1719,66	29371,72	150,00	30191,91	820,19
19	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,18	0,17	959,44	1350,95	1420,02	9,73	1730,00	31101,73	150,00	30341,91	-759,82
20	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,19	0,17	967,57	1359,08	1428,57	9,73	1740,35	32842,07	150,00	30491,91	-2350,16
21	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,20	0,17	975,70	1367,22	1437,12	9,73	1750,69	34592,76	150,00	30641,91	-3950,85
22	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,21	0,17	983,83	1375,35	1445,66	9,73	1761,03	36353,79	150,00	30791,91	-5561,88
23	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,22	0,17	991,96	1383,48	1454,21	9,73	1771,37	38125,16	150,00	30941,91	-7183,25
24	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,23	0,17	1000,09	1391,61	1462,76	9,73	1781,71	39906,87	150,00	31091,91	-8814,96
25	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,24	0,17	1008,23	1399,74	1471,30	9,73	1792,05	41698,93	150,00	31241,91	-10457,02
LA INSTALACIÓN ES VIABLE: SE AMORTIZA EN EL AÑO 19															

**Figura 128.** Tabla de amortización de la inversión de las instalaciones, exceptuando agua y saneamiento, de la vivienda objeto de estudio en comparación con la inversión requerida por una vivienda equivalente con presencia de caldera eléctrica. Fuente: Elaboración propia.



AÑO	Peaje acceso	Margen comerc.	Importe peaje acceso	Consumo	ΔAnual tarifa	Precio tarifa	Precio consumo	Precio Total	Precio impuesto especial	Precio alquiler equipos	Precio con IVA	Ahorro acumulado	Gastos Mant.	Inversion + Mant.	Amortización
														27964,55	
1	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,00	0,14	567,98	959,49	1008,55	9,73	1232,12	1232,12	150,00	28114,55	26882,43
2	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,01	0,14	573,66	965,17	1014,52	9,73	1239,34	2471,46	150,00	28264,55	25793,09
3	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,02	0,14	579,34	970,85	1020,49	9,73	1246,57	3718,03	150,00	28414,55	24696,52
4	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,03	0,14	585,02	976,53	1026,46	9,73	1253,79	4971,82	150,00	28564,55	23592,73
5	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,04	0,15	590,70	982,21	1032,43	9,73	1261,01	6232,83	150,00	28714,55	22481,72
6	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,05	0,15	596,38	987,89	1038,40	9,73	1268,24	7501,07	150,00	28864,55	21363,48
7	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,06	0,15	602,06	993,57	1044,37	9,73	1275,46	8776,54	150,00	29014,55	20238,01
8	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,07	0,15	607,74	999,25	1050,34	9,73	1282,69	10059,22	150,00	29164,55	19105,33
9	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,08	0,15	613,42	1004,93	1056,31	9,73	1289,91	11349,13	150,00	29314,55	17965,42
10	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,09	0,15	619,10	1010,61	1062,28	9,73	1297,13	12646,27	150,00	29464,55	16818,28
11	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,10	0,15	624,78	1016,29	1068,25	9,73	1304,36	13950,62	150,00	29614,55	15663,93
12	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,11	0,16	630,46	1021,97	1074,22	9,73	1311,58	15262,21	150,00	29764,55	14502,34
13	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,12	0,16	636,14	1027,65	1080,19	9,73	1318,81	16581,01	150,00	29914,55	13333,54
14	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,13	0,16	641,82	1033,33	1086,16	9,73	1326,03	17907,04	150,00	30064,55	12157,51
15	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,14	0,16	647,50	1039,01	1092,13	9,73	1333,25	19240,30	150,00	30214,55	10974,25
16	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,15	0,16	653,18	1044,69	1098,10	9,73	1340,48	20580,77	150,00	30364,55	9783,78
17	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,16	0,16	658,85	1050,37	1104,07	9,73	1347,70	21928,48	150,00	30514,55	8586,07
18	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,17	0,16	664,53	1056,05	1110,04	9,73	1354,93	23283,40	150,00	30664,55	7381,15
19	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,18	0,17	670,21	1061,73	1116,01	9,73	1362,15	24645,55	150,00	30814,55	6169,00
20	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,19	0,17	675,89	1067,41	1121,98	9,73	1369,37	26014,92	150,00	30964,55	4949,63
21	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,20	0,17	681,57	1073,09	1127,95	9,73	1376,60	27391,52	150,00	31114,55	3723,03
22	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,21	0,17	687,25	1078,77	1133,92	9,73	1383,82	28775,34	150,00	31264,55	2489,21
23	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,22	0,17	692,93	1084,45	1139,89	9,73	1391,05	30166,39	150,00	31414,55	1248,16
24	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,23	0,17	698,61	1090,13	1145,86	9,73	1398,27	31564,66	150,00	31564,55	-0,11
25	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,24	0,17	704,29	1095,81	1151,83	9,73	1405,49	32970,15	150,00	31714,55	-1255,60
LA INSTALACIÓN ES VIABLE: SE AMORTIZA EN EL AÑO 24															

**Figura 129.** Tabla de amortización de la inversión de las instalaciones, exceptuando agua y saneamiento, de la vivienda objeto de estudio en comparación con la inversión requerida por una vivienda equivalente con presencia de radiadores eléctricos de bajo consumo. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la viabilidad de las instalaciones de agua y saneamiento, se siguió el mismo procedimiento que el anteriormente descrito, con la salvedad de que en este caso se comparó solamente la diferencia entre los precios de las instalaciones que competen a una empresa suministradora de agua. El periodo de amortización se estableció en los mismos 25 años y los gastos de mantenimiento se establecieron también en 150 € anuales.

En cuanto al consumo de agua, en el presupuesto de la vivienda equivalente a la objeto de estudio, definido por el *Generador de Presupuestos de Cype*, no se presupuestaron los aparatos relacionados con la recogida ni tratamiento de aguas pluviales, los aparatos relacionados con el tratamiento de aguas residuales ni los aparatos de ahorro de agua en ducha, lavabo, fregadero e inodoro. Consecuentemente, se establece el consumo diario de agua para la vivienda equivalente en los 323 litros dimensionados en el capítulo de cálculos de abastecimiento de A.F.S de este documento, frente a los 300 litros dimensionados para la vivienda autosuficiente, establecidos principalmente gracias a los aparatos que permiten un notable ahorro en el consumo de agua.

El ahorro de la vivienda autosuficiente, frente a su equivalente considerada convencional, se determinará con el consumo de la vivienda convencional y el precio de la tarifa del agua, en el cual se incluirán impuestos y otras tasas [Tabla 77].

Estos precios se dispusieron en función de lo establecido en el *Documento Núm. 296 de 24-xii-2018 Aprobación definitiva de las ordenanzas de tributos, precios públicos y prestaciones patrimoniales de carácter público no tributario. Año 2019 del Boletín Oficial del Principado de Asturias* (Gobierno de Asturias 2018). Sin embargo, hay que tener en cuenta que estos precios y tasas varían entre comunidades dependiendo de la empresa suministradora de agua, por lo que esta amortización en cuestión tan sólo será válida para la provincia de Asturias; debiéndose llevar a cabo otras en el caso de ubicar la vivienda objeto de estudio en un lugar distinto al elegido para la ejecución de este documento, con resultados más o menos favorables dependiendo de dicho emplazamiento.

Consumo diario	323	l/día
Consumo año	117895	l/año
<b>Consumo año</b>	<b>117,895</b>	<b>m<sup>3</sup>/año</b>
<b>Saneamiento</b>		
Por alcantarillado	0,356	€/m <sup>3</sup> facturado
Por vertidos directos	0,095	€/m <sup>3</sup> facturado
Por conexión a la red alcantarillado	93,58	€
<b>A.F.S</b>		
Prestaciones a abonar	Bimensual	Anual
Mínimo facturable	6,03 €	36,18 €
Tramo 1(12-20m3/2meses)	0,502	€/m <sup>3</sup> facturado
Por conexión a red	159,17	€
Tarifa 6: contadores	0,7	€/2meses
Contrato	30,05	€

**Tabla 77.** Datos de la factura de agua y saneamiento de la vivienda equivalente a la vivienda objeto de estudio. Fuente: Documento Núm. 296 de 24-xii-2018 Aprobación definitiva de las ordenanzas de tributos, precios públicos y prestaciones patrimoniales de carácter público no tributario. Año 2019 del Boletín Oficial del Principado de Asturias.

En base a estos datos, se calculó la factura correspondiente a los gastos que tendría una vivienda con instalaciones convencionales de agua y saneamiento que, consecuentemente son los ahorros de la vivienda autosuficiente [Tabla 78].

	Saneamiento	Cuota fija San.	Importe fijo 1º año			Importe contador	Agua	Cuota fija Agua
	41,971	8,000	Alcantarillado	Contrato	Conexión	0,700		6,030
	11,200	6 veces/año				6 veces/año		6 veces/año
	53,171	48,000	93,580	30,050	159,170	4,200	59,183	36,180
Canon fijo (10%)	5,317					0,420	5,918	3,618
						15,273		
Canon variable (10%)	5,317					0,420	5,918	3,618
						15,273		
IVA	0,100	0,100				0,210	0,100	0,100
	58,488	52,800	93,580	30,050	159,170	5,082	65,102	39,798
<b>TOTAL CON IVA (1º año)</b>						<b>504,069</b>		
<b>TOTAL CON CANON</b>						<b>534,616</b>		
<b>TOTAL CON IVA (2º año en adelante)</b>						<b>221,269</b>		
<b>TOTAL CON CANON</b>						<b>251,816</b>		

**Tabla 78.** Cálculo de la factura de agua y saneamiento de la vivienda equivalente a la vivienda objeto de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Con todos los valores obtenidos, tanto de los ahorros que tendría la vivienda autosuficiente anualmente como del monto monetario inicial que habría de invertir (a mayores que en unas instalaciones convencionales) y los gastos anuales de mantenimiento, se procedió a llevar a cabo la amortización de las instalaciones dimensionadas de A.F.S. y saneamiento [Fig.130].

Dicha amortización dio como resultado que ambas instalaciones, debido al precio tan bajo del agua, no sólo no se amortizan en la vida útil estimada de 25 años, sino que se amortizaría al año 59 por lo que, este tipo de instalaciones no son para nada viables a escala doméstica.

Año	Ahorro	Ahorro acumulado	Mantenimiento	Inversión + Mantenimiento	Amortización
				6222,29	
1	534,62	534,62	150,00	6372,29	5837,67
2	251,82	786,44	150,00	6522,29	5735,85
3	251,82	1038,26	150,00	6672,29	5634,03
4	251,82	1290,08	150,00	6822,29	5532,21
5	251,82	1541,90	150,00	6972,29	5430,39
6	251,82	1793,72	150,00	7122,29	5328,57
7	251,82	2045,54	150,00	7272,29	5226,75
8	251,82	2297,36	150,00	7422,29	5124,93
9	251,82	2549,18	150,00	7572,29	5023,11
10	251,82	2801,00	150,00	7722,29	4921,29
11	251,82	3052,82	150,00	7872,29	4819,47
12	251,82	3304,64	150,00	8022,29	4717,65
13	251,82	3556,46	150,00	8172,29	4615,83
14	251,82	3808,28	150,00	8322,29	4514,01
15	251,82	4060,10	150,00	8472,29	4412,19
16	251,82	4311,92	150,00	8622,29	4310,37
17	251,82	4563,74	150,00	8772,29	4208,55
18	251,82	4815,56	150,00	8922,29	4106,73
19	251,82	5067,38	150,00	9072,29	4004,91
20	251,82	5319,20	150,00	9222,29	3903,09
21	251,82	5571,02	150,00	9372,29	3801,27
22	251,82	5822,84	150,00	9522,29	3699,45
23	251,82	6074,66	150,00	9672,29	3597,63
24	251,82	6326,48	150,00	9822,29	3495,81
25	251,82	6578,30	150,00	9972,29	3393,99
LA INSTALACIÓN NO ES VIABLE: SE AMORTIZA EN EL AÑO 59					

**Figura 130.** Tabla de amortización de la inversión de las instalaciones de agua y saneamiento, de la vivienda objeto de estudio en comparación con la inversión requerida por una vivienda equivalente. Fuente: Elaboración propia.

Pese a este escenario tan negativo del sistema de autoabastecimiento de A.F.S y de autosuficiencia en ámbito de evacuación de aguas residuales, al llevar a cabo una amortización de la totalidad de los sistemas se obtiene que, para la comparación de la vivienda autosuficiente con una vivienda equivalente con caldera eléctrica, la cantidad monetaria que se invierte a mayores en la totalidad de instalaciones, se amortizaría dentro de la vida útil de las mismas [Fig.131]. Consecuentemente la totalidad de instalaciones serían viables ya que se amortizaría en el año 21.

Año	Peaje acceso	Margen comercializ.	Importe peaje de acceso	Consumo	ΔAnual tarifa	Precio tarifa	Precio consumo	Precio Total	Precio impuesto especial	Precio alquiler equipos	Precio con IVA	Ahorro acumulado	Gastos Mant.	Inversión + Mant.	Ahorro agua	Amortización
1	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,00	0,14	813,08	1204,60	1266,19	9,73	1543,86	1543,86	300,00	33714,2	534,62	31935,72
2	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,01	0,14	821,22	1212,73	1274,73	9,73	1554,20	3098,06	300,00	34314,20	786,44	30429,70
3	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,02	0,14	829,35	1220,86	1283,28	9,73	1564,54	4662,61	300,00	34614,20	1038,26	28913,33
4	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,03	0,14	837,48	1228,99	1291,83	9,73	1574,89	6237,49	300,00	34914,20	1290,08	27386,63
5	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,04	0,15	845,61	1237,12	1300,37	9,73	1585,23	7822,72	300,00	35214,20	1541,90	25849,58
6	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,05	0,15	853,74	1245,25	1308,92	9,73	1595,57	9418,29	300,00	35514,20	1793,72	24302,19
7	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,06	0,15	861,87	1253,38	1317,47	9,73	1605,91	11024,20	300,00	35814,20	2045,54	22744,46
8	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,07	0,15	870,00	1261,51	1326,01	9,73	1616,25	12640,45	300,00	36114,20	2297,36	21176,39
9	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,08	0,15	878,13	1269,65	1334,56	9,73	1626,59	14267,04	300,00	36414,20	2549,18	19597,98
10	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,09	0,15	886,26	1277,78	1343,11	9,73	1636,93	15903,97	300,00	36714,20	2801,00	18009,23
11	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,10	0,15	894,39	1285,91	1351,65	9,73	1647,27	17551,24	300,00	37014,20	3052,82	16410,14
12	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,11	0,16	902,52	1294,04	1360,20	9,73	1657,62	19208,86	300,00	37314,20	3304,64	14800,70
13	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,12	0,16	910,65	1302,17	1368,74	9,73	1667,96	20876,82	300,00	37614,20	3556,46	13180,92
14	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,13	0,16	918,79	1310,30	1377,29	9,73	1678,30	22555,12	300,00	37914,20	3808,28	11550,80
15	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,14	0,16	926,92	1318,43	1385,84	9,73	1688,64	24243,76	300,00	38214,20	4060,10	9910,34
16	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,15	0,16	935,05	1326,56	1394,38	9,73	1698,98	25942,74	300,00	38514,20	4311,92	8259,54
17	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,16	0,16	943,18	1334,69	1402,93	9,73	1709,32	27652,06	300,00	38814,20	4563,74	6598,40
18	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,17	0,16	951,31	1342,82	1411,48	9,73	1719,66	29371,72	300,00	39114,20	4815,56	4926,92
19	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,18	0,17	959,44	1350,95	1420,02	9,73	1730,00	31101,73	300,00	39414,20	5067,38	3245,09
20	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,19	0,17	967,57	1359,08	1428,57	9,73	1740,35	32842,07	300,00	39714,20	5319,20	1552,93
21	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,20	0,17	975,70	1367,22	1437,12	9,73	1750,69	34592,76	300,00	40014,20	5571,02	-149,58
22	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,21	0,17	983,83	1375,35	1445,66	9,73	1761,03	36353,79	300,00	40314,20	5822,84	-1862,43
23	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,22	0,17	991,96	1383,48	1454,21	9,73	1771,37	38125,16	300,00	40614,20	6074,66	-3585,62
24	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,23	0,17	1000,09	1391,61	1462,76	9,73	1781,71	39906,87	300,00	40914,20	6326,48	-5319,15
25	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,24	0,17	1008,23	1399,74	1471,30	9,73	1792,05	41698,93	300,00	41214,20	6578,30	-7063,03
LAS INSTALACIONES SON VÍABLES: SE AMORTIZAN EN EL AÑO 21																

**Figura 131.** Tabla de amortización de la inversión de la totalidad de instalaciones de la vivienda objeto de estudio en comparación con la inversión requerida por una vivienda equivalente con caldera eléctrica. Fuente: Elaboración propia.

Para la comparación de la vivienda autosuficiente con una vivienda equivalente con disposición de radiadores de bajo consumo, la cantidad monetaria que se invierte a mayores en la totalidad de instalaciones no se amortizaría dentro de la vida útil de las mismas [Fig.132]. Consecuentemente la totalidad de instalaciones no serían viables ya que se amortizaría en el año 27.

Año	Peaje acceso	Margen comercializ.	Importe peaje de acceso	Consumo	ΔAnual tarifa	Precio tarifa	Precio consumo	Precio Total	Precio impuesto especial	Precio alquiler equipos	Precio con IVA	Ahorro acumulado	Gastos Mant.	Inversion + Mant.	Ahorro agua	Amortización
1	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,00	0,14	567,98	959,49	1008,55	9,73	1232,12	1232,12	300,00	34486,84	534,62	32720,10
2	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,01	0,14	573,66	965,17	1014,52	9,73	1239,34	2471,46	300,00	34786,84	786,44	31528,94
3	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,02	0,14	579,34	970,85	1020,49	9,73	1246,57	3718,03	300,00	35086,84	1038,26	30330,55
4	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,03	0,14	585,02	976,53	1026,46	9,73	1253,79	4971,82	300,00	35386,84	1290,08	29124,94
5	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,04	0,15	590,70	982,21	1032,43	9,73	1261,01	6232,83	300,00	35686,84	1541,90	27912,11
6	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,05	0,15	596,38	987,89	1038,40	9,73	1268,24	7501,07	300,00	35986,84	1793,72	26692,05
7	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,06	0,15	602,06	993,57	1044,37	9,73	1275,46	8776,54	300,00	36286,84	2045,54	25464,76
8	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,07	0,15	607,74	999,25	1050,34	9,73	1282,69	10059,22	300,00	36586,84	2297,36	24230,26
9	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,08	0,15	613,42	1004,93	1056,31	9,73	1289,91	11349,13	300,00	36886,84	2549,18	22988,53
10	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,09	0,15	619,10	1010,61	1062,28	9,73	1297,13	12646,27	300,00	37186,84	2801,00	21739,57
11	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,10	0,15	624,78	1016,29	1068,25	9,73	1304,36	13950,62	300,00	37486,84	3052,82	20483,40
12	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,11	0,16	630,46	1021,97	1074,22	9,73	1311,58	15262,21	300,00	37786,84	3304,64	19219,99
13	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,12	0,16	636,14	1027,65	1080,19	9,73	1318,81	16581,01	300,00	38086,84	3556,46	17943,37
14	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,13	0,16	641,82	1033,33	1086,16	9,73	1326,03	17907,04	300,00	38386,84	3808,28	16671,52
15	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,14	0,16	647,50	1039,01	1092,13	9,73	1333,25	19240,30	300,00	38686,84	4060,10	15386,44
16	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,15	0,16	653,18	1044,69	1098,10	9,73	1340,48	20580,77	300,00	38986,84	4311,92	14094,15
17	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,16	0,16	658,85	1050,37	1104,07	9,73	1347,70	21928,48	300,00	39286,84	4563,74	12794,62
18	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,17	0,16	664,53	1056,05	1110,04	9,73	1354,93	23283,40	300,00	39586,84	4815,56	11487,88
19	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,18	0,17	670,21	1061,73	1116,01	9,73	1362,15	24645,55	300,00	39886,84	5067,38	10173,91
20	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,19	0,17	675,89	1067,41	1121,98	9,73	1369,37	26014,92	300,00	40186,84	5319,20	8852,72
21	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,20	0,17	681,57	1073,09	1127,95	9,73	1376,60	27391,52	300,00	40486,84	5571,02	7524,30
22	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,21	0,17	687,25	1078,77	1133,92	9,73	1383,82	28775,34	300,00	40786,84	5822,84	6188,66
23	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,22	0,17	692,93	1084,45	1139,89	9,73	1391,05	30166,39	300,00	41086,84	6074,66	4845,79
24	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,23	0,17	698,61	1090,13	1145,86	9,73	1398,27	31564,66	300,00	41386,84	6326,48	3495,70
25	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,24	0,17	704,29	1095,81	1151,83	9,73	1405,49	32970,15	300,00	41686,84	6578,30	2138,39

**LAS INSTALACIONES NO SON VÍABLES: SE AMORTIZAN EN EL AÑO 27**

**Figura 132.** Tabla de amortización de la inversión de la totalidad de instalaciones de la vivienda objeto de estudio en comparación con la inversión requerida por una vivienda equivalente con presencia de radiadores eléctricos de bajo consumo. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar la primera comparación da resultados positivos, sin embargo, la segunda comparación ofrece un escenario bastante negativo, dado a la mayor diferencia de presupuesto inicial entre la vivienda autosuficiente y la vivienda equivalente.

Pese a este segundo escenario, se hace necesario destacar que, gracias a la actual presión de la Unión Europea para el incentivo de las instalaciones renovables, debida principalmente a la necesidad de alcanzar los futuros objetivos derivados de los acuerdos internacionales, el gobierno español concede subvenciones y beneficios fiscales, como una reducción en el IBI, a las edificaciones de nueva obra y a las rehabilitaciones de edificaciones residenciales para poder potenciar el desarrollo sostenible del sector constructivo y así, cumplir sus obligaciones con respecto a los antencionados acuerdos. Estas subvenciones se ofrecen por cada comunidad, dependiendo de los requisitos establecidos en cada una de las mismas, primando las comunidades de propietarios o propietarios individuales de escasos recursos o en la denominada 'pobreza energética', pero siendo totalmente factible que cualquier persona con interés en desarrollar su vivienda dentro del marco de la sostenibilidad pueda optar a la subvención.

En el caso que compete a este documento, se comprobó la subvención que otorga el Principado de Asturias y los requisitos necesarios para optar a la misma por medio del *Documento Núm. 123 de 29-v-2018: Resolución de 23 de mayo de 2018, de la Consejería de Empleo, Industria y Turismo, por la que se aprueban las bases reguladoras de la concesión de subvenciones para el uso de energías renovables y para acciones de ahorro y eficiencia energética del Boletín Oficial del Principado de Asturias*. En base a este documento se contempla que en Oviedo se otorgan subvenciones de hasta el 30% del importe presupuestado para la instalación a empresas privadas, trabajadores autónomos, particulares y entidades sin ánimo de lucro que posean edificaciones predominantemente residenciales en las que vayan a introducir instalaciones solares fotovoltaicas aisladas de red; todo ello sin ningún tipo de limitación en la potencia

instalada. (Consejería de Empleo Industria y Turismo del Principado de Asturias 2018; SotySolar 2018).

Así pues, se llevó a cabo un último estudio, incorporando a los dos casos anteriores una subvención a la que se podría optar. Se estableció el importe de dicha subvención en un 20% de la cantidad monetaria que se obtiene de la diferencia entre la vivienda autosuficiente y la vivienda equivalente; debido principalmente a que al máximo de la subvención optarán normalmente personas con pocos recursos. Cabe mencionar que, en ambos casos, no se evalúan los beneficios fiscales debido a su complejidad, sin embargo, se deberían tener en cuenta a la hora de llevar a cabo un estudio exhaustivo de la viabilidad de una vivienda de este tipo.

Los resultados obtenidos de este último estudio fueron bastante favorables en ambas situaciones, mostrando que, si se puede optar a una subvención, no existen demasiados impedimentos en cuanto a la viabilidad de la consecución de una vivienda autosuficiente en todos los aspectos.

Para la comparación de la vivienda autosuficiente con una vivienda equivalente con caldera eléctrica, la cantidad monetaria que se invierte a mayores en la totalidad de instalaciones se seguiría amortizando dentro de la vida útil de las mismas [Fig.133]. Sin embargo, sería aún más viable ya que la totalidad de instalaciones se amortizarían totalmente en el año 17, es decir 5 años antes, lo que permitiría un mayor ahorro a lo largo del mismo periodo de vida útil.

Año	Peaje acceso	Margen comercializ.	Importe peaje de acceso	Consumo	ΔAnual tarifa	Precio tarifa	Precio consumo	Precio Total	Precio impuesto especial	Precio alquiler equipos	Precio con IVA	Ahorro acumulado	Gastos Mant.	Inversión + Mant.	Ahorro agua	Amortización
Subvención														33714,20		
1	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,00	0,14	813,08	1204,60	1266,19	9,73	1543,86	1543,86	300,00	27271,36	534,62	25192,88
2	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,01	0,14	821,22	1212,73	1274,73	9,73	1554,20	3098,06	300,00	27571,36	786,44	23686,86
3	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,02	0,14	829,35	1220,86	1283,28	9,73	1564,54	4662,61	300,00	27871,36	1038,26	22170,49
4	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,03	0,14	837,48	1228,99	1291,83	9,73	1574,89	6237,49	300,00	28171,36	1290,08	20643,79
5	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,04	0,15	845,61	1237,12	1300,37	9,73	1585,23	7822,72	300,00	28471,36	1541,90	19106,74
6	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,05	0,15	853,74	1245,25	1308,92	9,73	1595,57	9418,29	300,00	28771,36	1793,72	17559,35
7	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,06	0,15	861,87	1253,38	1317,47	9,73	1605,91	11024,20	300,00	29071,36	2045,54	16001,62
8	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,07	0,15	870,00	1261,51	1326,01	9,73	1616,25	12640,45	300,00	29371,36	2297,36	14433,55
9	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,08	0,15	878,13	1269,65	1334,56	9,73	1626,59	14267,04	300,00	29671,36	2549,18	12855,14
10	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,09	0,15	886,26	1277,78	1343,11	9,73	1636,93	15903,97	300,00	29971,36	2801,00	11266,39
11	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,10	0,15	894,39	1285,91	1351,65	9,73	1647,27	17551,24	300,00	30271,36	3052,82	9667,30
12	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,11	0,16	902,52	1294,04	1360,20	9,73	1657,62	19208,86	300,00	30571,36	3304,64	8057,86
13	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,12	0,16	910,65	1302,17	1368,74	9,73	1667,96	20876,82	300,00	30871,36	3556,46	6438,08
14	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,13	0,16	918,79	1310,30	1377,29	9,73	1678,30	22555,12	300,00	31171,36	3808,28	4807,96
15	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,14	0,16	926,92	1318,43	1385,84	9,73	1688,64	24243,76	300,00	31471,36	4060,10	3167,50
16	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,15	0,16	935,05	1326,56	1394,38	9,73	1698,98	25942,74	300,00	31771,36	4311,92	1516,70
17	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,16	0,16	943,18	1334,69	1402,93	9,73	1709,32	27652,06	300,00	32071,36	4563,74	-144,44
18	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,17	0,16	951,31	1342,82	1411,48	9,73	1719,66	29371,72	300,00	32371,36	4815,56	-1815,92
19	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,18	0,17	959,44	1350,95	1420,02	9,73	1730,00	31101,73	300,00	32671,36	5067,38	-3437,75
20	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,19	0,17	967,57	1359,08	1428,57	9,73	1740,35	32842,07	300,00	32971,36	5319,20	-5189,91
21	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,20	0,17	975,70	1367,22	1437,12	9,73	1750,69	34592,76	300,00	33271,36	5571,02	-6892,42
22	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,21	0,17	983,83	1375,35	1445,66	9,73	1761,03	36353,79	300,00	33571,36	5822,84	-8605,27
23	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,22	0,17	991,96	1383,48	1454,21	9,73	1771,37	38125,16	300,00	33871,36	6074,66	-10328,46
24	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,23	0,17	1000,09	1391,61	1462,76	9,73	1781,71	39906,87	300,00	34171,36	6326,48	-12061,99
25	125,54	10,27	255,70	5807,75	1,24	0,17	1008,23	1399,74	1471,30	9,73	1792,05	41698,93	300,00	34471,36	6578,30	-13805,87

**LAS INSTALACIONES SON VIABLES: SE AMORTIZAN EN EL AÑO 17**

**Figura 133.** Tabla de amortización de la inversión incluyendo subvención de la totalidad de instalaciones de la vivienda objeto de estudio en comparación con la inversión requerida por una vivienda equivalente con presencia de caldera eléctrica. Fuente: Elaboración propia.

Para la comparación de la vivienda autosuficiente con una vivienda equivalente que disponga de radiadores de bajo consumo, la cantidad monetaria que se invierte a mayores en la totalidad de instalaciones (que sin subvención no se amortizaría dentro de la vida útil de las mismas), con una ayuda del 20% sí se amortizaría dentro de la vida útil estimada [Fig.134]. En este caso la totalidad de instalaciones también serían viables ya que se amortizarían también 5 años antes que el caso anterior, en el año 22.

Año	Peaje acceso	Margen comercializ.	Importe peaje de acceso	Consumo	ΔAnual tarifa	Precio tarifa	Precio consumo	Precio Total	Precio impuesto especial	Precio alquiler equipos	Precio con IVA	Ahorro acumulado	Gastos Mant.	Inversión+ Mant.	Ahorro agua	Amortización
														34186,84		
Subvención																27349,47
1	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,00	0,14	567,98	959,49	1008,55	9,73	1232,12	1232,12	300,00	27649,47	534,62	25882,73
2	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,01	0,14	573,66	965,17	1014,52	9,73	1239,34	2471,46	300,00	27949,47	786,44	24691,57
3	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,02	0,14	579,34	970,85	1020,49	9,73	1246,57	3718,03	300,00	28249,47	1038,26	23493,18
4	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,03	0,14	585,02	976,53	1026,46	9,73	1253,79	4971,82	300,00	28549,47	1290,08	22287,57
5	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,04	0,15	590,70	982,21	1032,43	9,73	1261,01	6232,83	300,00	28849,47	1541,90	21074,74
6	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,05	0,15	596,38	987,89	1038,40	9,73	1268,24	7501,07	300,00	29149,47	1793,72	19854,68
7	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,06	0,15	602,06	993,57	1044,37	9,73	1275,46	8776,54	300,00	29449,47	2045,54	18627,40
8	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,07	0,15	607,74	999,25	1050,34	9,73	1282,69	10059,22	300,00	29749,47	2297,36	17392,89
9	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,08	0,15	613,42	1004,93	1056,31	9,73	1289,91	11349,13	300,00	30049,47	2549,18	16151,16
10	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,09	0,15	619,10	1010,61	1062,28	9,73	1297,13	12646,27	300,00	30349,47	2801,00	14902,21
11	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,10	0,15	624,78	1016,29	1068,25	9,73	1304,36	13950,62	300,00	30649,47	3052,82	13646,03
12	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,11	0,16	630,46	1021,97	1074,22	9,73	1311,58	15262,21	300,00	30949,47	3304,64	12382,63
13	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,12	0,16	636,14	1027,65	1080,19	9,73	1318,81	16581,01	300,00	31249,47	3556,46	11112,00
14	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,13	0,16	641,82	1033,33	1086,16	9,73	1326,03	17907,04	300,00	31549,47	3808,28	9834,15
15	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,14	0,16	647,50	1039,01	1092,13	9,73	1333,25	19240,30	300,00	31849,47	4060,10	8549,08
16	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,15	0,16	653,18	1044,69	1098,10	9,73	1340,48	20580,77	300,00	32149,47	4311,92	7256,78
17	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,16	0,16	658,85	1050,37	1104,07	9,73	1347,70	21928,48	300,00	32449,47	4563,74	5957,26
18	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,17	0,16	664,53	1056,05	1110,04	9,73	1354,93	23283,40	300,00	32749,47	4815,56	4650,51
19	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,18	0,17	670,21	1061,73	1116,01	9,73	1362,15	24645,55	300,00	33049,47	5067,38	3336,54
20	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,19	0,17	675,89	1067,41	1121,98	9,73	1369,37	26014,92	300,00	33349,47	5319,20	2015,35
21	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,20	0,17	681,57	1073,09	1127,95	9,73	1376,60	27391,52	300,00	33649,47	5571,02	686,33
22	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,21	0,17	687,25	1078,77	1133,92	9,73	1383,82	28775,34	300,00	33949,47	5822,84	-648,71
23	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,22	0,17	692,93	1084,45	1139,89	9,73	1391,05	30166,39	300,00	34249,47	6074,66	-1991,58
24	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,23	0,17	698,61	1090,13	1145,86	9,73	1398,27	31564,66	300,00	34549,47	6326,48	-3341,66
25	125,54	10,27	255,70	4056,99	1,24	0,17	704,29	1095,81	1151,83	9,73	1405,49	32970,15	300,00	34849,47	6578,30	-4698,98

LAS INSTALACIONES SON VIABLES: SE AMORTIZAN EN EL AÑO 22

**Figura 134.** Tabla de amortización de la inversión incluyendo subvención de la totalidad de instalaciones de la vivienda objeto de estudio en comparación con la inversión requerida por una vivienda equivalente con presencia de radiadores eléctricos de bajo consumo. Fuente: Elaboración propia.

### 7.3. ANÁLISIS

Como se puede observar en los apartados anteriores, aunque la inversión en la construcción de una vivienda totalmente desconectada de las redes de abastecimiento energético y de agua y saneamiento pueda parecer en un primer momento desmesurada, la realidad es que si se compara con la inversión de una vivienda de iguales características, pero con instalaciones consideradas convencionales, realmente se podría llegar a ahorrar una gran cantidad de dinero.

Ciertamente, la necesidad de instalaciones de agua y saneamiento perjudican notablemente a la amortización, tanto de ellas mismas como del resto de instalaciones dimensionadas, ya que actualmente y, sobre todo en las regiones con buenas características pluviométricas, el precio del agua es realmente bajo.

Es debido a la escasa viabilidad de las instalaciones de agua y saneamiento por lo que la viabilidad económica de la totalidad de instalaciones, en el caso de que la vivienda equivalente dispusiera de caldera eléctrica, red de tuberías de calefacción y radiadores, esté muy al límite de los años valorados como vida útil de las mismas; aunque en términos de ahorro monetario, 4 años sin pagar ninguna factura en una vivienda se considera bastante importante.

En el caso de que la vivienda dispusiera de radiadores eléctricos de bajo consumo o de bomba de calor para la calefacción, las instalaciones de agua y saneamiento perjudican totalmente a la amortización del conjunto total de instalaciones de la vivienda, ya que estos aparatos están en pleno desarrollo y su venta se dirige especialmente a un ahorro en el consumo energético y, por tanto, en el precio a pagar en la factura de la vivienda. Esto indica la importancia del consumo energético en el gasto total que implica una edificación, ya que gracias a ello, la disposición de las instalaciones sin optar a subvención no sólo no se amortizarían en la vida útil definida para las mismas, sino que tardarían 3 años más.

Pese a este último punto, cabe destacar la ayuda que supone la opción de las subvenciones a la energía solar; jugando éstas un papel importante en los casos en los que se quiere o necesita reducir considerablemente el periodo de amortización, llegando incluso a poder amortizar



muchas más instalaciones a mayores que las propias para las que van destinadas, como se puede ver en el último estudio realizado en el apartado anterior.

En contraposición, el resto de instalaciones (Fotovoltaica, Solar Térmica y Ventilación mecánica) son amortizables en cualquiera de los casos estudiados; aunque una vez más, el ahorro energético es clave a la hora de plantear la amortización, puesto que en el caso de la comparación con la vivienda equivalente que dispone de radiadores de bajo consumo o bomba de calor, tan sólo se logra amortizar un año antes de la finalización de la vida útil considerada para la instalación.

Aun así, pese a que la vida útil de las instalaciones de energía solar se considera en 25 años, lo cierto es que ese valor es la garantía total que ofrecen los fabricantes, pudiendo durar bastante más si se llevan a cabo las labores de mantenimiento correctamente, por lo que el ahorro puede llegar a ser incluso mayor.

En contraposición, algunos elementos más frágiles, como las baterías, aún no están lo suficientemente desarrollados para aportar una gran efectividad. Las baterías, por ejemplo, en principio con un adecuado mantenimiento y sin forzarlas a ciclos de descarga muy elevados pueden llegar a durar hasta 20 años o más (monsolar 2019a), pero supondrán una segunda inversión a partir de dichos años. Es cierto que también pueden durar muchos menos años, pero debido a que se considera que las baterías destinadas al autoconsumo no deberían presentar ciclos de descarga considerables, se estima su máximo en duración.

Es por ambos factores por lo que la media se consideró en los 25 años establecidos por los fabricantes. Sin embargo, es algo a tener muy en cuenta para instalaciones de este tipo ya que el mayor ahorro, debido a la mayor vida útil de los paneles, podría verse mermado por elementos como las propias baterías.

En definitiva, la conclusión global del capítulo actual es favorable. La totalidad de instalaciones elegidas en conjunto se podrán amortizar en la mayoría de casos, sobre todo optando a los beneficios que aportan las subvenciones destinadas al propio autoconsumo energético.

Sin embargo, cabe replantearse de forma global que, frente a la posibilidad de conexión de la vivienda a las redes generales de abastecimiento de agua y saneamiento, el autoconsumo de agua de lluvia para la totalidad de acciones llevadas a cabo en la vivienda, así como el tratamiento de las aguas residuales generadas en la misma por cuenta propia, no parecen las mejores opciones debido a su elevado precio en comparación con una situación convencional.

Es necesario hacer mención, además, a la importancia del correcto dimensionamiento de los equipos, ya que sobre elevar el presupuesto debido a un sobredimensionamiento de las instalaciones podría traer consecuencias importantes en los periodos de amortización de las mismas.

## **8. CERTIFICACIÓN DE SOSTENIBILIDAD: INDICADORES ENERGÉTICOS Y DE AGUA**

A la hora de plantear una vivienda autosuficiente energéticamente, se ha de tener en cuenta, además del empleo de las energías renovables adecuadas para la edificación particular en cada caso, la revalorización de la misma y su desarrollo como ejemplo de buena praxis.

Con ello, se demostrará y se expondrá la calidad de la edificación permitiendo, además, verificar su comportamiento ante los requisitos que la legislación futura exigirá en el campo edificatorio español con los objetivos 2020, 2030 y 2050, los cuales van abriendo camino hacia la creación de edificios de consumo nulo (Ministerio para la transición ecológica 2019). La tendencia actual nos dirige hacia la consecución de edificios de consumo casi nulo y la legislación europea deja muy claro que las edificaciones de carácter nZEB en la totalidad de Europa es un hecho que deja de ser una opción para ser de obligado cumplimiento (Ramírez 2002).

Por todo ello, se plantean las certificaciones edificatorias, las cuales suponen una combinación de evaluaciones de comportamiento ambiental, social y económico que valoran los requisitos técnicos y funcionales de un edificio, como declaración fidedigna de que dicha edificación acompaña al modelo de desarrollo sostenible hacia el cual se dirige el sector constructivo mundial (Ramírez 2002).

Se plantea entonces la posibilidad de evaluar la vivienda objeto de estudio por medio de una certificación energética, elegida en base a las características particulares de la misma. Cabe destacar que, puesto que el caso de estudio llevado a cabo a lo largo de este documento surge de un diseño de vivienda previamente realizado, el cual fue elaborado principalmente siguiendo estrategias pasivas que favorecen la reducción del consumo energético y pensado para la reducción de su impacto ambiental; y que, a lo largo de este documento, se intentó implementar con las tecnologías adecuadas para lograr su autosuficiencia y, en consecuencia, con el objetivo de mitigar al máximo posible su huella ecológica, se propone la evaluación de los criterios sobre los cuales se ha actuado a lo largo de esta investigación, es decir, aquellos relativos a la autosuficiencia energética como son los indicadores relativos a la energía y al agua.

Consecuentemente, se aborda el enfoque de la importancia de los sistemas de abastecimiento de la vivienda frente a la necesidad de reducción de la huella ecológica de las ciudades, matizando de nuevo la importancia del estudio adecuado de los mismos para que la totalidad de estrategias a seguir consigan la máxima reducción posible de acuerdo con las condiciones particulares de la construcción y el entorno particular de la misma, al mismo tiempo que requieren la menor inversión posible.

### **8.1. ELECCIÓN DE LA CERTIFICACIÓN**

Es importante hacer hincapié en la elección adecuada del sistema de certificación que se quiere usar para cada caso particular, puesto que las diferencias de requisitos que muestran entre todos los métodos de certificación existentes, aunque tengan la misma finalidad, pueden favorecer o perjudicar los objetivos de la edificación que se quieren alcanzar y poner en valor. Por este motivo, para evaluar la vivienda se elige la certificación BREEAM.

Se opta por la certificación BREEAM entre numerosas opciones disponibles, debido tanto a su notoriedad nacional e internacional, como a las facilidades que ofrece dicha certificación con respecto a las demás. Entre estas facilidades destacan: la variedad de tipologías edificatorias que se pueden certificar; la adaptación total a la normativa española vigente; la fiabilidad de la certificación gracias a la presencia de la figura del asesor, el cual garantiza la independencia y rigor en el proceso de certificación; y, finalmente, la facilidad con la que se puede gestionar la herramienta de certificación, basada en un sistema “checklist”, así como las exigencias en lo relativo a la fiabilidad de los documentos.



Las características de la certificación BREEAM se resumen en la tabla expuesta a continuación [Tabla 79].


	<b>Certificado:</b> BREEAM® España -Building Research Establishment's Assessment Method <b>Organismo:</b> BRE Global Ltd. / ITG <b>Origen:</b> Gran Bretaña <b>Normativa:</b> Adaptada – NSO, UNE-EN ISO 9001:2008, UNE-EN ISO/IEC 17024	<b>Objetivos planteados por la certificación</b> Permitir obtener beneficios económicos: Menor consumo energético y de agua y reducción de 7-8% en gastos de mantenimiento. Permitir obtener beneficios ambientales: Reducir las emisiones de CO2 en la vida útil del edificio. Permitir obtener beneficios sociales: Mejorar el ambiente y calidad de vida.				
<b>Participantes en la certificación</b> <b>BREEAM ES:</b> Organismo certificador, operado por el ITG. Consejo Asesor: Supervisa el cumplimiento de las obligaciones de BREEAM ES <b>BREEAM® Asociado:</b> profesionales que dominan los conceptos clave de la metodología y del sistema de certificación. <b>Asesor BREEAM® ES:</b> Realiza evaluaciones en un esquema específico en España y realiza los procesos de consultoría y auditoría. <b>Los Grupos de trabajo:</b> técnicos de prestigio que adaptan y mantienen adecuados los requisitos del método a la realidad de España.		<b>Proceso de certificación</b> 1. Evaluación por el Asesor BREEAM®ES 2. Registro en fase de diseño, recopilación de evidencias y pre-evaluación del proyecto. 3. Se consigue un Certificado provisional tras la verificación de BREEAM ES. 4. El Asesor solicita el certificado final post-construcción, recopila y revisa evidencias y redacta el informe. 5. El certificado final se obtiene una vez concluida la obra, post-construcción. BREEAM ES verifica el informe y emite certificado y placa.				
<b>Tipologías edificatorias que se pueden certificar</b>						
Residencial   Superficies Comerciales   Oficinas   Educativo   Centros de procesos de datos   Hospedaje   Salud   Rehabilitaciones   Otros						
✓                      ✓                      ✓                      ✓                      ✓                      ✓                      ✓                      ✓						
<b>Método utilizado</b>	<b>Criterios</b>	<b>Criterios Obligatorio/Total</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Asesor</b>	<b>Adaptación a la normativa</b>	
Lista de verificación	Gestión 11.50%	12/67	30% Aprobado 45% Bueno 55% Muy bueno 70% Excelente 85% Excepcional	Obligación de evaluar la certificación por medio de la figura del asesor. Esta figura ha de ser ajena al equipo de diseño.	Se adapta a la normativa: National Scheme Operators (NSOs)	
	Salud y bienestar 14%					
	Energía 18%					
	Transporte 8%					
	Agua 10.50%					
	Materiales 12%					
	Residuos 7%					
	Uso del suelo y ecología 9.50%					
	Contaminación 9.50%					
	Innovación 4%					

Tabla 79. Características generales de la certificación BREEAM. Fuente: <http://www.breeam.es/>

Como se puede observar en la tabla anterior, la certificación BREEAM valora una gran cantidad de aspectos, desde una fase temprana de diseño hasta la fase de post construcción. De entre todos estos criterios destaca la ponderación dedicada a la energía, la cual supone el porcentaje más alto que valora la certificación, mientras que el agua se posiciona en cuarto lugar, con un porcentaje también elevado (Pinilla y Orosa 2016).

Dichos criterios ofrecen una perspectiva global de la importancia del diseño pasivo de la vivienda, así como el adecuado diseño de las instalaciones de la misma, intentando conseguir una reducción en el consumo y en el gasto energético basado en energías no renovables, consiguiendo con ello una reducción notable de su huella ecológica. Además, la importancia BREEAM ofrece a ambos factores influye notablemente en su elección entre todas las demás para observar cuales son los criterios considerados ejemplo de buenas prácticas, que se han de tener en cuenta a la hora de plantear una vivienda autosuficiente energéticamente, sobre todo si se quiere poner en valor las características de la misma.

Cada categoría está pues dividida en una serie de requisitos que particularmente se definen para minimizar el impacto de la edificación en el entorno. Además, el cumplimiento de estos objetivos sobrepasan las especificaciones legales vigentes, de tal forma que prevé la adaptación de la vivienda a los requisitos legislativos del futuro (Pinilla y Orosa 2016).

Por otro lado, se podrán adaptar los diseños de las edificaciones enfocándolos, en función de las necesidades específicas y económicas, a la consecución de algunos criterios en particular para conseguir la certificación. Sin embargo y pese a ello, para conseguir obtener la certificación se habrán de cumplir unos estándares mínimos dependientes de la clasificación a la que se opte (Pinilla y Orosa 2016).

Otro punto de la certificación a valorar positivamente, en comparación con el resto, es la variedad de clasificaciones que presenta, favoreciendo el aprobado con un porcentaje relativamente bajo pero siendo de las pocas certificaciones con mayor dificultad para obtener las calificaciones más altas; tal y como se muestra en un breve estudio llevado a cabo entre algunas de ellas [Fig.135].



**Figura 135.** Diferencia de puntuaciones entre algunas de las certificaciones energéticas de carácter voluntario. Fuente: Elaboración propia.

Por todo ello y dada la finalidad del presente documento, se determina que la certificación BREEAM puede ser un buen método para evaluar, primeramente, si la elección de estrategias a seguir para la consecución de la autosuficiencia energética son adecuadas y, seguidamente, si se puede considerar que dicha certificación fomenta la aplicación de energías renovables como objetivo para el autoabastecimiento de las viviendas, sentando un punto de partida importante a conseguir a la hora de encaminar el sector constructivo hacia los objetivos legislativos y medioambientales mundiales que estarán vigentes en el futuro.

Consecuentemente, el siguiente paso consistirá en evaluar los indicadores de medida que ofrece BREEAM y que se centran en valorar los requisitos que suponen un medio para este fin. Se realizará la certificación entonces, enfocándola principalmente a los criterios de Energía y Agua, abarcando éstos la totalidad de las instalaciones proyectadas en la vivienda en los apartados anteriores.

## **8.2. PRESENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA**

Para realizar la certificación se utilizará la Herramienta de *Evaluación BREEAM 2011*, cedida de forma gratuita por BREEAM®ES como método de pre evaluación inicial; para que, con ella, los equipos de diseño puedan determinar, sin necesidad de realizar el pago y registro de la edificación, la calificación a la cual podrá optar dicha edificación. Como ayuda para realizar la certificación se utiliza el *Manual Técnico BREEAM Vivienda*, donde se especifica los requisitos que se han de cumplir en lo relativo a edificaciones residenciales y la puntuación que se ha de otorgar para cada uno de ellos.

La interfaz de la herramienta es sencilla. Se presenta en un archivo en formato Excel, con presencia de tres hojas distintas que constan, por este orden, de:

- Una primera hoja donde se determinarán las características generales de la vivienda. En esta primera hoja se definirán los datos del proyecto, los datos del asesor y los datos del

equipo de diseño y del cliente, así como las características formales de la vivienda [Fig.136]. En el caso que ocupa, se estableció que la edificación es una vivienda unifamiliar aislada de obra nueva, sin zonas consideradas comunes, piscina ni ascensores. Con estos datos, la propia herramienta selecciona los criterios específicos que corresponden a dicha vivienda y que se procederán a puntuar en la segunda hoja.

BREEAM ES Vivienda 2011. Herramienta de evaluación.

Detalles de la evaluación.

**IMPORTANTE:** Antes de comenzar la evaluación es necesario activar las Macros de esta documento Excel. Si el usuario no puede ver una serie de cuestiones a través de pantallas emergentes es que no se han activado correctamente.

Información general

Fases de la evaluación:	Provisional - Fase de Diseño
Tipologías de proyectos:	Nueva edificación
Esquema BREEAM ES:	BREEAM ES 2011: VIVIENDA

Resultados de la selección

Vivienda unifamiliar	SI
Vivienda plurifamiliar	NO

Vivienda aislada	SI
Vivienda pareada	NO
Vivienda adosada	NO

Nuevo edificio	SI
Rehabilitación Mayor	NO
Ampliación de edificación existente	NO
Parte de edificio de obra nueva y parte de edificio de rehabilitación	NO

Detalles del Asesor

Asesor BREEAM ES:	
Número de Licencia Asesor:	
Nº de Registro de la Evaluación:	

Detalles del edificio

Nombre del edificio:	
----------------------	--

**Figura 136.** Interfaz de la herramienta BREEAM VIVIENDA 2011: Detalles de evaluación. Fuente: Herramienta BREEAM VIVIENDA 2011-<http://www.breeam.es/>

- La segunda hoja consta de una lista con los criterios que se han de evaluar, los requisitos y prerrequisitos correspondientes a cada uno, los puntos máximos que se podrán obtener con cada uno de ellos y una serie de casillas en blanco que se rellenarán con la puntuación otorgada en función de su cumplimiento [Fig.137].

BREAM ES Vivienda 2011. Herramienta de evaluación.										
<div>BREEM<sup>®</sup>ES</div>										
Puntuación.										
GST	SYB	ENE	TBA	MAT	RSD	USE	CONT	HNN	COMPROBACIÓN	
Ref	Título	Objetivo	Criterios de evaluación	Puntos disponibles	Puntos obtenidos	Requisitos Mínimos BREEM ES				Observaciones
						Correcto	Suspenso	May Bares Excelente regional		
						SI	SI	SI	NO	NO
<b>GESTIÓN</b>										
GST-1	<b>Código de Conducta Social y Medioambiental de los Constructores</b>	recomendar y recomenar las obras garantizando de manera responsable con el medio ambiente y la sociedad y recomenar las obras garantizando de manera responsable con el Medio Ambiente en términos de uso de recursos, proporcionar orientación para permitir que las propiedades/apartamentos construidos se conviertan de forma eficiente y que aprovechen al máximo	<b>1 PTO:</b> Chf - 5 Items de los cuatro requisitos de la Lista de Comprobación GST 2 <b>2 PTO:</b> Chf - 2, todos los items de los cuatro requisitos de la Lista de Comprobación GST 2	2	0	-	-	-	-	
GST-2	<b>Impactos en la Zona de Obras</b>	recomendar y recomenar las obras garantizando de manera responsable con el Medio Ambiente en términos de uso de recursos, proporcionar orientación para permitir que las propiedades/apartamentos construidos se conviertan de forma eficiente y que aprovechen al máximo	<b>1 PTO:</b> Chf - 2 o más de los items seg <b>2 PTO:</b> Chf - 4 o más de los items seg <b>3 PTO:</b> Chf - 6 o más de los items seg <b>4 PTO:</b> Chf - el 100% de la medida utilizada en la obra proceda de plantaciones con guías forestal instalada y que el 100% de su origen local	4	0	-	-	-	1	2
GST-3	<b>Guía del Usuario de la Vivienda</b>	recomendar y recomenar las obras garantizando de manera responsable con el Medio Ambiente en términos de uso de recursos, proporcionar orientación para permitir que las propiedades/apartamentos construidos se conviertan de forma eficiente y que aprovechen al máximo	<b>1 PTO:</b> Chf - 2 - Guía del usuario de la vivienda de acuerdo con el apartado 1 de la Lista de Comprobación GST-14 <b>2 PTO:</b> Chf - 3 - Guía del usuario de la vivienda de acuerdo con el apartado 2 de la Lista de Comprobación GST-14 <b>3 PTO:</b> Chf - 4 - Guía del usuario de la vivienda de acuerdo con el apartado 2 de la Lista de Comprobación GST-14	3	0	-	-	-	-	
<b>SALUD Y BIENESTAR</b>										
SYB-1	<b>Illuminación Natural</b>	Proporcionar a los usuarios del edificio acceso suficiente a la luz natural.	<b>Prerrequisito:</b> Chf - La natural diseñada según la Lista de Comprobación SyB1 <b>1 PTO:</b> Chf - 2 - Factor de luz natural en interiores <b>1 PTO:</b> Chf - 3 - Factor de luz natural en balcones, comedores y áticos <b>1 PTO:</b> Chf - 4 - El 80% del plano de trabajo de cocinas, salas de estar, comedores y estudios recibirá luz directa procedente del cielo.	3	0	-	-	-	-	
SYB-2	<b>Calidad del aire interior</b>	Reducir los riesgos para la salud asociados a la baja calidad del aire interior	<b>Chf 7 -</b> Ventilación directa de los extractos principales a través de uno ventana de tamaño de 90 cm de la superficie del <b>Chf 8 -</b> Pinturas y barnices cumplen con la norma UNE EN 1830-2 y el contenido máximo de COV.	1	0	-	-	-	-	

**Figura 137.** Interfaz de la herramienta BREEAM VIVIENDA 2011: Puntos BREEAM ES. Fuente: Herramienta BREEAM VIVIENDA 2011-<http://www.breeam.es/>

- La tercera hoja presenta los resultados de la certificación en porcentajes parciales y totales, así como en forma de gráfico de barras, además de las estrellas y calificación obtenida [Fig.138].

Esquema BREEAM ES:	BREEAM ES 2011: VIVIENDA	★	Correcto
Nombre del edificio:	0	★★	Bueno
Nº de Registro de la Evaluación:	0	★★★	Muy bueno
Asesor BREEAM ES:	0	★★★★	Excelente
Número de Licencia Asesor:	0	★★★★★	Excepcional

Fase de la evaluación	Puntuación BREEAM ES	Clasificación BREEAM ES
Provisional - Fase de Diseño	0,00%	SIN CLASIFICAR

Requisitos Mínimos BREEAM ES					
Nivel de Clasificación	Correcto	Bueno	Muy bueno	Excelente	Excepcional
Requisitos Mínimos alcanzados	SI	SI	NO	NO	NO
	Ponderación	Puntos disponibles	Puntos alcanzados	% alcanzado	Puntuación ponderada

**Figura 138.** Interfaz de la herramienta BREEAM VIVIENDA 2011: Puntuación final. Fuente: Herramienta BREEAM VIVIENDA 2011-<http://www.breeam.es/>

En definitiva, se determinará una puntuación para cada requisito particular de los criterios de Energía y Agua, en función de las exigencias expuestas en el Manual Técnico y de las características que se cumplen o no en la vivienda objeto de estudio. Posteriormente se obtendrá una clasificación general, a partir de la cual se extraerán una serie de conclusiones.

### **8.3. CERTIFICACIÓN BREEAM: CRITERIO DE ENERGÍA**

En el campo de la Energía, la certificación BREEAM específica para la vivienda establece los requisitos (Pinilla y Orosa 2016):

- Iluminación externa (1 punto): Para fomentar el empleo de luminarias eficientes en la iluminación externa a la edificación.
- Tecnologías bajas en carbono o carbono cero (3 puntos): Para reducir la contaminación atmosférica por medio de fuentes de energía renovable siempre que éstas supongan una parte significativa de la demanda.
- Empleo de electrodomésticos eficientes (2 puntos): Para asegurar el mayor rendimiento con el menor gasto de energía.
- Tasa de emisión de la vivienda (15 puntos): Para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al consumo energético de la edificación, como complemento al requisito de Tecnologías bajas en carbono o carbono cero.
- Envoltente térmica de la vivienda (3 puntos): Para fomentar el empleo de sistemas constructivos que garanticen la eficiencia de la misma.
- Iluminación Interna (2 puntos): Para asegurar el empleo de luminarias eficientes al interior de la vivienda, reduciendo así sus emisiones.
- Espacio de secado (1 punto): Genera la necesidad de establecer un espacio de secado de nulo consumo de energía, evitando electrodomésticos como secadoras que suponen un consumo con sus consecuentes emisiones de carbono.
- Tecnologías de baja o nula emisión de carbono (Punto de innovación): Para fomentar la consecución de una reducción del 20% en las emisiones.
- Tasa de emisión de la vivienda (Punto de innovación): Aumentando la puntuación en las edificaciones neutras en carbono o cero-carbono.
- Iluminación interna en zonas comunes (Punto de innovación): Para premiar el empleo de luminarias de bajo consumo con una eficacia de 86lúmenes/W y detección de presencia.

Todos los requisitos han de estar corroborados mediante el empleo de documentación que asegure que se puedan otorgar los puntos correspondientes. Además, en los puntos más

importantes, los del ahorro de energía, se ha de asegurar que la documentación entregada se haya realizado por un especialista en energía y por medio de programas reconocidos por las instituciones gubernamentales competentes (Pinilla y Orosa 2016).

En cuanto al punto de Iluminación externa, se otorga el punto entero a la certificación, cumpliendo con el requisito NA2: No hay iluminación externa especificada en el proyecto – Se podrá conceder el punto por defecto.

No se plantea un sistema de iluminación externa en la vivienda, puesto que es una parcela pequeña que se encuentra en una zona totalmente urbanizada, rodeada por dos calles principales con buena iluminación pública general. Además la entrada a la vivienda, se encuentra a 3 metros de la entrada principal a la parcela, no generando espacios inseguros sin iluminación que puedan suponer alguna incomodidad a los habitantes. Todo ello se puede observar en los planos generales mostrados en apartados anteriores.

En lo relativo al requisito Tecnologías bajas en carbono o carbono cero, el Asesor BREEAM podrá otorgar desde 1 a 3 puntos, en función de los siguientes elementos especificados en el Manual BREEAM Vivienda:



- 1 punto - Si se ha realizado un estudio de viabilidad por un especialista de energía para determinar la aplicación de la fuente de energía más apropiada con la cual se conseguirá una reducción de la huella ecológica del edificio que incluya: cantidad de energía generada, viabilidad, ruido, impacto de las fuentes, aprovechamiento del terreno, todas las tecnologías que son apropiadas para el lugar y los motivos para exclusión de las demás tecnologías. Además, se han de especificar las tecnologías que se emplean siguiendo el estudio de viabilidad y se ha de hacer ese estudio en la fase de diseño.
- 2 puntos - Si se realiza el estudio de viabilidad y se consigue una reducción del 10% de emisiones, según un programa de cálculo conocido.
- 3 puntos - Si se realiza el estudio de viabilidad y se consigue una reducción del 15% de emisiones, según un programa de cálculo conocido.

En el caso de la vivienda objeto de estudio, a lo largo de todo el documento, se ha estudiado el emplazamiento y la propia vivienda para adecuar, en su totalidad, todas las fuentes de energía renovable empleadas en la misma. Además, se seleccionaron las tecnologías en función del terreno disponible y la necesidad de energía de la vivienda para que la cubran totalmente, se solventaron los problemas de ruido que pudiesen general por medio del empleo de elementos enterrados y la ubicación de un techo técnico acústico que minimiza molestias y, finalmente, se excluyeron una serie de tecnologías que no eran viables para la vivienda y su ubicación. Todo ello, se ha llevado a cabo en una fase inicial, en el proceso de diseño, para poder aplicarlas de forma eficiente y se han diseñado y calculado en función de lo antecitado, por lo que se otorga el primer punto.

Para comprobar si se le otorgarán más puntos, se lleva a cabo una evaluación de la edificación por medio de la última versión un programa reconocido por el Ministerio de Industria y Turismo y el Ministerio de la vivienda, el *Método Abreviado (CERMA)* para evaluación de edificaciones residenciales de nueva construcción (Ministerio para la Transición Ecológica - Gobierno de España 2018). La calificación se hace según el *RD 235/2013 de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética* y los resultados obtenidos se muestran a continuación [Fig.139].

Zona climática	D1	Uso	Residencial
----------------	----	-----	-------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
		CALEFACCIÓN		ACS	
		0,00	A	0,00	A
		Emisiones calefacción [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]		Emisiones ACS [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	
		0,00		0,00	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		-			
		Emisiones globales [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]		Emisiones refrigeración [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	
0,00		0,00			

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

**Figura 139.** Calificación energética de la vivienda: Emisiones globales de CO<sub>2</sub>. Fuente: Herramienta CERMA en base a datos introducidos.

Estos resultados muestran que la vivienda no produce ningún tipo de emisión de carbono, siendo una edificación cero-carbono. Por ello y, dado que se cumplen los requisitos de reducción tanto del 10% como del 15%, se le otorgará dos puntos más a este requisito. Se adquiriere así el máximo de puntuación en el mismo, 3 puntos.

El siguiente requisito implica el empleo de electrodomésticos eficientes, otorgando 1 punto si se prevén neveras, congeladores o combis con una calificación A+ y otro punto si además se emplean lavadoras y lavavajillas con una calificación A.

En el caso que ocupa a este documento, para poder lograr una vivienda autosuficiente energéticamente de forma viable y eficiente, se ha tenido que plantear la utilización de electrodomésticos de bajo consumo en la totalidad de la misma.

En el apartado 'Anexos: Sistema de abastecimiento energético' se puede observar que la nevera planteada presenta una calificación A+ y, en el apartado 'Anexos: Sistema de abastecimiento de A.F.S.', que la lavadora presenta una calificación A. No se valora la calificación del lavavajillas debido a que la vivienda no presenta espacio para la colocación del mismo por sus pequeñas dimensiones. En base a estos datos, se otorgan 2 puntos a este requisito.

En lo relativo a la Tasa de emisión de la vivienda, BREEAM determina que se ha de calcular en base a un programa reconocido, por un técnico especialista. Se concederán los puntos en función de la mejora porcentual de emisiones de CO<sub>2</sub> en comparación con los índices de eficiencia energética de los estándares actuales, pudiendo otorgar desde 1 punto con una mejora del 0% hasta 15 puntos con una mejora del 100%.

Anteriormente se calcularon las emisiones de carbono por medio del programa CERMA. En los resultados obtenidos por dicho programa, se pudo corroborar que la vivienda se trata de una edificación cero-carbono, tal y como se plantea en el objetivo de este documento y como se puede comprobar en la imagen anterior, obtenida como resultados del programa tras haberse introducido todos los datos particulares de la vivienda objeto de estudio en él.

Por ello, al ser las emisiones de la vivienda nulas, su relación y porcentaje de mejora con el Índice de eficiencia Energética de los Estándares Actuales será del 100%. En base a este porcentaje y, comprobando la puntuación que se le ha de otorgar en función del porcentaje de mejora en el requisito "Tasa de emisión de la vivienda" [Fig.140], se otorgará a la vivienda con el máximo de 15 puntos.

*Tabla 12: Porcentaje de mejora sobre las exigencias de la Normativa nacional de Edificios*

Puntos	Edificios Nuevos	Rehabilitaciones
1	0%	-45%
2	7%	-38%
3	12%	-20%
4	19%	-10%
5	27%	3%
6	35%	13%
7	40%	21%
8	45%	29%
9	49%	36%
10	56%	46%
11	61%	53%
12	65%	61%
13	75%	70%
14	88%	80%
15	100%	90%
Punto ejemplar 1	<i>Edificio neutro en carbono</i>	
Punto ejemplar 2	<i>Edificio cero-carbono</i>	



**Figura 140.** Requisito ENE18 Tasa de emisión de la vivienda: Puntuación en función del porcentaje de mejora sobre las exigencias de la Normativa Nacional de Edificios. Fuente: Manual BREEAM VIVIENDA 2011-<http://www.breeam.es/>

El siguiente requisito es la evaluación de la envolvente térmica de la vivienda. En él se evalúa la mejora porcentual de la demanda de calefacción y refrigeración con 1 o 2 puntos en función de si la mejora es del 10% o del 20% con respecto al edificio de referencia establecido por el Código Técnico de la Edificación en su documento DB-HE1 y, por otro lado, la mejora porcentual sobre la permeabilidad al aire exigida por la normativa actual con 1 punto si supera el 50% (Pinilla y Orosa 2016).

Para el cálculo de la demanda energética, dado que no existe refrigeración, tan solo se tendrá en cuenta la mejora de la calefacción. La demanda energética se podrá llevar a cabo por medio de un programa reconocido (Pinilla y Orosa 2016). En este caso, se utilizarán de nuevo los resultados obtenidos por medio del *CERMA*, el cual otorga a la vivienda de una calificación B en lo relativo a la demanda global de calefacción de la misma y una calificación A en la demanda de refrigeración [Fig.141].

## 2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
	
<i>Demanda global de calefacción [kWh/m²/año]</i>	<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m²/año]</i>
36,99	0,37

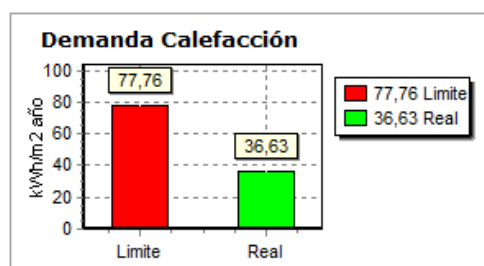
**Figura 141.** Calificación de la demanda de calefacción y Refrigeración de la vivienda. Fuente: Herramienta CERMA en base a datos introducidos.

Se puede observar que el programa determina la necesidad de refrigeración para la vivienda cuando, en el estudio realizado con anterioridad por medio de *Climate Consultant* y *Design Builder* se observó que esto no era necesario. Los resultados ofrecidos por CERMA en cuanto a la refrigeración vienen dados debido a que el programa tan solo permite la selección de un aparato de ventilación mecánica con recuperación de calor, pero sin opción de bypass o *Free-cooling* que, como se ha explicado y planteado en los cálculos de las instalaciones de la vivienda, es el único elemento necesario para lograr el confort en las horas más calurosas del verano. Aun



así, la demanda de refrigeración es tan baja que el programa otorga una certificación A en base a la misma y, en lo relativo a la evaluación BREEAM se obviará puesto que se ha demostrado que no es necesaria con datos fehacientes suficientes.

Se tendrá en cuenta entonces tan sólo la demanda de calefacción. Al hacer la comparación con la demanda límite establecida en el Código Técnico para una vivienda con la misma forma, tamaño, orientación, zonificación interior, uso de cada espacio, e iguales obstáculos pero unas soluciones constructivas con los parámetros básicos exigidos por el CTE DB-HE1, el programa CERMA ofrece los siguientes resultados [Fig.142]



**Figura 142.** Evaluación de la mejora de la Demanda de Calefacción frente a la demanda límite exigida por el CTE DB-HE1. Fuente: Herramienta CERMA en base a datos introducidos.

En base a esos resultados, se puede obtener que el porcentaje de mejora sea del 47,11%, superior al 20% requerido para la obtención de los dos puntos de esta parte del requisito. Por ello se le otorgan, inicialmente, 2 puntos.

En cuanto a la mejora de la permeabilidad, se tendrán en cuenta las ventanas pero no las puertas y se calculará por medio del método definido en el Código Técnico de la Edificación. El CTE DB-HE1 exige que para la zona climática de Oviedo (D), las ventanas han de tener una permeabilidad menor o igual a  $27\text{m}^3/\text{hm}^2$  a una diferencia de presión de 100Pa en base a la norma UNE-EN 12207, lo que implicará ventanas de clase 2 o superior (Ministerio de Fomento 2018).

La documentación facilitada por Enrique Arroyo Martínez en su Trabajo Fin de Master *Análisis del Ciclo de Vida enfocado a la construcción de una vivienda unifamiliar compuesta por tableros de madera contralaminada*, de donde se obtuvieron los datos de la vivienda de referencia, no ofrece información específica sobre el modelo de ventana elegido, explicando sólo su composición. Debido a esta falta de datos, no es posible determinar la clase de permeabilidad de las ventanas que presenta la vivienda y, por ello, no se podrá otorgar el punto restante a este requisito.

Sin embargo, dadas las especificaciones de los elementos que conforman las ventanas, vidrios dobles y marcos de madera y, dadas las buenas prácticas llevadas a cabo en lo relativo a las demás características constructivas de la vivienda, se puede asegurar que cumplirán las exigencias límite del CTE, suponiendo, entonces, que cumplen con una permeabilidad igual o inferior a  $27\text{m}^3/\text{hm}^2$ , estableciéndolo así en *CERMA*.

En cuanto a la iluminación interna de la vivienda, se otorgaran de 1 a 2 puntos en función del porcentaje de luminarias de bajo consumo de energía presentes en la vivienda. Siendo 1 punto si existe el 75% de luminarias de bajo consumo y 2 puntos si existe el 100% (Pinilla y Orosa 2016).

Para otorgar la puntuación se debe asegurar que las lámparas tienen una eficacia luminosa superior a 55l/W.

En base al estudio realizado para apartados anteriores por medio del programa *Dialux*, el cual se puede consultar en el apartado 'Anexos: Sistema eléctrico', se observa que la totalidad de la iluminación de la vivienda se compone de luminarias LED de bajo consumo con eficacias



luminosas de 67,6l/W en el distribuidor, 71l/W en el recibidor, 121,6l/W en el salón-comedor, 120,3l/W en habitaciones y baño y 135,7l/W en cocina. Por todo ello y teniendo como documento de apoyo el generado por el programa *Dialux*, se otorgan 2 puntos al requisito.

El último requisito supone la habilitación de un espacio de secado. En el caso de la vivienda objeto de estudio, al ser una vivienda ya diseñada con anterioridad, no se plantea ningún espacio de secado con los requisitos que establece BREEAM. Por ello, no se otorga ningún punto para este requisito.

#### **8.4. CERTIFICACIÓN BREEAM: CRITERIO DE AGUA**

En el campo del Energía, la certificación BREEAM específica para la vivienda establece los requisitos (Pinilla y Orosa 2016):

- Consumo de agua (3 puntos): Para fomentar la minimización del consumo de agua por medio de aparatos sanitarios de bajo consumo.
- Contador de agua (1 punto): Para asegurar el correcto control y gestión del consumo de agua.
- Reciclaje de agua (1 punto): Para fomentar la recogida y reutilización de aguas grises o pluviales y así reducir la demanda.
- Tratamiento sostenible de agua en el emplazamiento (2 puntos): Para fomentar el tratamiento y la reutilización de las aguas residuales en el emplazamiento, evitando sistemas de tratamiento centralizados y minimizando los tiempos de reutilización.
- Contador de agua (punto de innovación): Para fomentar el desarrollo de un plan de acción sobre el control de las mediciones.

En lo relativo al requisito “Consumo de Agua”, el manual BREEAM vivienda especifica que, se otorgará un punto si se cumple que: todos los inodoros del edificio tienen doble descarga y son de caudal menor o igual 4,5/3 l.; existen símbolos indicando al usuario el uso de los inodoros; los grifos interiores de la vivienda tienen un caudal menor o igual a 6l/min para 0,3MPa; y, finalmente, todas las duchas tienen un caudal menor o igual a 9l/min para 0,3 MPa .

Se otorgarán 2 puntos si se cumplen los requisitos anteriores y, además, las duchas no exceden los 6l/min y los grifos no exceden los 5 l/min o las lavadoras son de bajo consumo de agua.

Se otorgarán 3 puntos si se obtienen los dos puntos y, además, se cumple que las lavadoras tienen un consumo de 40l/uso o menos.

Como se pudo observar en el apartado cálculos ‘Sistema de abastecimiento de Agua Fría Sanitaria’, para llevar a cabo el autoconsumo de agua en la vivienda, se hace necesario reducir notablemente la demanda de la misma. Por ello, en el propio apartado, se plantearon una serie de elementos sanitarios que reducen la demanda de la casa notablemente y, así, se pudo tomar el valor máximo de consumo que predica la Organización Mundial de la Salud de 100l/persona.

Las fichas técnicas de los aparatos sanitarios de la vivienda se encuentran los anexos correspondientes a dicho apartado y, en ellos, se podrán observar las características de cada uno, justificando el reconocimiento de los puntos en la evaluación BREEAM. Se otorgan, así, 3 puntos a este requisito.

En cuanto al requisito “Contador de agua”, se obtendrá un máximo de 2 puntos si se cuentan los de nivel ejemplar.

Para la obtención de 1 punto hay que cumplir con la presencia de un contador de agua con salida por impulsos y conectado a un Sistema de Gestión de Edificios para el control del consumo de agua. Por otro lado, para obtener otro punto de nivel ejemplar, se habrá de considerar además

que el SGE presente cierto control sobre las mediciones y tenga un Plan de Acción para informar al operador y a los usuarios.

La vivienda objeto de estudio no se ha planteado con un sistema de gestión que permita la monitorización del agua consumida. En todo caso, se podrá plantear para la instalación un sistema de gestión domótica en la totalidad de aparatos de la vivienda que permita su total monitorización, en el caso de que se quieran mejorar las prestaciones de la misma y favorecer la toma de decisiones en lo relativo a los consumos.

Sin embargo, al no ser objetivo prioritario la domotización de la vivienda, este elemento tampoco se planteó en la misma, por lo que no es posible otorgar ninguno de los puntos definidos en este requisito.

El requisito “Reciclaje de agua” ofrece la consecución de 1 punto si se plantea una recogida y reciclaje de aguas grises, pluviales o su combinación, satisfaciendo como mínimo el 75% de la demanda de inodoros, grifos exteriores y riego, además de ofrecer un depósito de dimensiones adecuadas para recoger el 50% de captación de la cubierta o para satisfacer el 100% de la demanda prevista en el periodo de tiempo definido.

En la vivienda planteada, se llevaron a cabo los cálculos para la recogida de aguas pluviales en base a datos climatológicos fidedignos de un conjunto de años que abarcan un periodo de tiempo suficiente como para prever, más o menos, el comportamiento climatológico futuro y, se determinó de forma adecuada el volumen del depósito de recogida para satisfacer la totalidad de la demanda con la totalidad de superficie de recogida, añadiéndole, por seguridad, un margen de aumento en su volumen. Además, se plantea el autoabastecimiento de la vivienda por medio de dichas aguas pluviales y su adecuado tratamiento, por lo que la demanda estará cubierta.

En base a estos datos, recogidos en el apartado de cálculos del sistema de abastecimiento de A.F.S., se podrá conceder el punto de este requisito a los resultados de la evaluación.

Finalmente, se evalúa el requisito “Tratamiento sostenible de agua en el emplazamiento”, por el cual se podrán otorgar hasta 2 puntos.

Para otorgar el primer punto se requiere un estudio de viabilidad para definir qué sistema de tratamiento de aguas es el más apropiado para la edificación y para el emplazamiento, realizado en una fase temprana de diseño, que se ha de seguir en la elección del sistema a aplicar. Además, hay que especificar las características de dicho sistema.

Para otorgar el segundo punto se han de cumplir las características citadas y, a mayores, se ha de cumplir que el sistema elegido sea un sistema sostenible in situ, que trate como mínimo el 30% de las aguas residuales de la edificación, que se reutilice para descarga de inodoros o para riego y que se proporcione la información necesaria para su correcto mantenimiento.

El manual BREEAM vivienda define un sistema de tratamiento sostenible como aquel que utilice tecnologías de bajo coste, blandas o no convencionales. De entre todos los sistemas posibles, tendrán preferencia los humedales, filtros biológicos de arena y sistemas anaeróbicos, es decir, se preferirán los sistemas que empleen recursos naturales frente a los mecanizados.

Pese a ello, la lista de sistemas no es cerrada y, en caso de impedimentos de viabilidad de dichos sistemas, se podrá otorgar el segundo punto previa autorización de BREEAM y de la figura del Asesor.

Para el caso de la vivienda objeto de estudio, al ser considerada la autosuficiencia total de la misma, se planteó un sistema de depuración de las aguas residuales in situ en la propia parcela que conseguirá la depuración total de las aguas residuales de la misma. Este sistema está basado en una serie de cálculos explicados en el apartado correspondiente al sistema de saneamiento, por lo que se determinó en función de las características específicas de la misma cumpliendo con las necesidades para otorgar el primer punto.

En cuanto al segundo punto, con el tratamiento especificado se plantea la posibilidad de utilizar las aguas residuales para abastecer el riego por goteo de la parcela, por lo que se cumplirá la mitad de las necesidades para otorgar dicho punto.

En cuanto a la otra mitad de requisitos para otorgar el segundo punto, se llevó a cabo la comparación entre el sistema sostenible no mecanizado más apropiado para la vivienda y uno mecanizado y, se determinó, gracias a la información cedida por fabricantes y documentos especificados en el apartado correspondiente al sistema de saneamiento, que la opción no mecanizada no permitiría la reutilización de las aguas para el riego de la parcela. Por ello, se optó por la opción mecanizada en pro de la consecución de la máxima eficiencia posible.

En base a esto, se podría justificar el empleo de un sistema mecanizado, que presenta un consumo energético relativamente eficiente y, si la figura del asesor o BREEAM lo aceptase, se otorgaría dicho punto.

Como este es un planteamiento teórico en base a un estudio realizado específicamente para el desarrollo de este documento y no es posible el contacto con BREEAM a no ser por medio de la figura del Asesor, se procederá a otorgar ambos puntos, teniendo siempre en mente que, en última instancia, el segundo punto dependerá enteramente de la organización BREEAM.

### **8.5. CERTIFICACIÓN BREEAM: PUNTOS DE INNOVACIÓN**

Los puntos de Innovación son puntos extraordinarios en la evaluación y clasificación de una edificación que se incluyen en un conjunto de criterios de nivel ejemplar.

Dicha puntuación en lo relativo a la innovación son puntos, a mayores de la totalidad de los obtenidos, que se otorgan como premio a los esfuerzos del equipo de diseño por llevar a cabo las mejores prácticas en la edificación, las cuales alcanzan un nivel muy superior al requerido por la legislación actual de sostenibilidad en la edificación (BREEAM ES 2019).

El asesor BREEAM podrá otorgar, a mayores, hasta un porcentaje del 10% en puntos de innovación por proyecto, pero en última instancia han de ser evaluados para su aprobación por BREEAM ES. Así pues, por cada punto en innovación obtenido, se podrá ir incrementando los resultados de la certificación BREEAM en un 1%, siempre y cuando sean aceptados por BREEAM ES (BREEAM ES 2019).

En el caso de la evaluación específica de la vivienda, para los criterios de Energía y Agua, se otorgarán hasta 4 puntos por innovación, cuyos requisitos son (Pinilla y Orosa 2016):

- Tecnologías de baja o nula emisión de carbono: Se concederá un punto si se han reducido las emisiones de CO<sub>2</sub> más del 20%.
- Tasa de emisión de la vivienda: Se concederá un punto extra si la vivienda es considerada neutra en carbono y dos puntos extra si la vivienda es considerada cero-carbono.
- Contador de agua: Se concederá un punto extra en el caso de que se disponga de un contador de agua con salida por impulsos y conectado a un Sistema de Gestión de Edificios que, además, presente un Plan de Acción para asegurar la correcta monitorización y gestión del agua.

En lo relativo a la puntuación de innovación, se le conceden a la vivienda 3 puntos correspondientes a Tecnologías de baja o nula emisión de carbono y Tasa de emisión de la vivienda. El punto correspondiente al Contador de agua no se otorga, debido a que no se planteó un contador con las características requeridas ni un SGE.

El programa *CERMA*, reconocido por el Gobierno de España por su adaptación a la normativa española, especifica que las emisiones de CO<sub>2</sub> de la vivienda se reducen en más de un 20% y,

como se había planteado en los objetivos de este documento, que es una edificación con cero emisiones de carbono. Los resultados obtenidos en este programa servirán de justificación para otorgar los puntos de innovación anteriormente citados en la evaluación llevada a cabo en este apartado.

## 8.6. CERTIFICACIÓN BREEAM: RESULTADOS

Los resultados obtenidos por la *Herramienta de evaluación BREEAM ES VIVIENDA*, en base a la calificación otorgada a cada requisito de Energía y Agua, explicados en los apartados anteriores, se muestran a continuación [Fig.143].

Requisitos Mínimos BREEAM ES					
Nivel de Clasificación	Correcto	Bueno	Muy bueno	Excelente	Excepcional
Requisitos Mínimos alcanzados	SI	SI	SI	NO	NO
	Ponderación	Puntos disponibles	Puntos alcanzados	% alcanzado	Puntuación ponderada
Gestión	11,50%	9,00	0,00	0,00%	0,00%
Salud y Bienestar	14,00%	12,00	0,00	0,00%	0,00%
Energía	18,00%	27,00	25,00	92,59%	16,67%
Transporte	8,00%	10,00	0,00	0,00%	0,00%
Agua	10,50%	7,00	6,00	85,71%	9,00%
Materiales	12,00%	16,00	0,00	0,00%	0,00%
Residuos	7,00%	8,00	0,00	0,00%	0,00%
Uso del Suelo y Ecología	9,50%	14,00	0,00	0,00%	0,00%
Contaminación	9,50%	8,00	0,00	0,00%	0,00%
Innovación	-	-	3,00	3,00%	3,00%
TOTAL			25,67%		
PUNTOS EXTRAORDINARIOS			3,00%		
PUNTUACIÓN TOTAL BREEAM ES			28,67%		

Figura 143. Porcentajes obtenidos en Evaluación BREEAM. Fuente: Herramienta de evaluación BREEAM ES VIVIENDA 2011

La herramienta de evaluación también muestra un gráfico que evalúa, de forma más visual, los resultados obtenidos [Fig.144], comparándolos además con el máximo de puntuación que se podría y debería alcanzar si se quiere llegar a la calificación Excepcional de BREEAM.

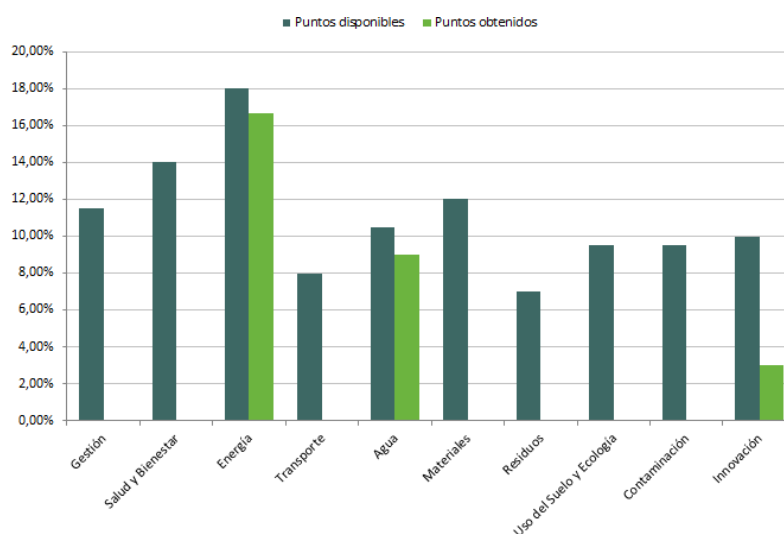


Figura 144. Gráfico comparativo de los porcentajes obtenidos en Evaluación BREEAM. Fuente: Herramienta de evaluación BREEAM ES VIVIENDA 2011

En estas dos ilustraciones se puede observar que los resultados son favorecedores:

- En lo relativo a los indicadores de Energía se obtuvieron 25 puntos de los 27 disponibles, lo que corresponde a un 92,59% de puntuación en base a la total. Este porcentaje obtenido, se relaciona en función del tanto por ciento del total de la certificación que corresponde con el indicador de Energía, en el caso de BREEAM el 18%, obteniendo finalmente un 16,67% de puntuación total.
- En el ámbito del Agua, la vivienda consigue 6 puntos de los 7 disponibles, lo que corresponde a un 85,71% de puntuación en base a la total. Al ponderar este porcentaje en función del tanto por ciento del total correspondiente al indicador de Agua, en el caso de BREEAM el 10,50%, se adquiere finalmente un 9% de la puntuación total.
- Finalmente, gracias a los puntos de innovación se logra sumar un 3% a la puntuación total.

Además, se muestra que las prácticas llevadas a cabo en la vivienda, definidas por medio de la puntuación otorgada, consiguen los requisitos mínimos especificados por BREEAM para una calificación de Correcto, Bueno y Muy Bueno. Sin embargo, no consigue definir los requisitos mínimos para un nivel Excelente o Excepcional, pero hay que tener en cuenta, que en este caso tan sólo se han evaluado dos indicadores concretos, necesitando de los demás indicadores para cumplir con dichos requisitos.

En definitiva, el porcentaje total de la vivienda objeto de estudio se muestra en la ilustración inferior [Fig.145]

V.7. 30 DE JUNIO DE 2016					
Esquema BREEAM ES:	BREEAM ES 2011: VIVIENDA	★	Correcto		
Nombre del edificio:	Vivienda Autosuficiente	★★	Bueno		
Nº de Registro de la Evaluación:	0	★★★	Muy bueno		
Asesor BREEAM ES:	0	★★★★	Excelente		
Número de Licencia Asesor:	0	★★★★★	Excepcional		

Fase de la evaluación	Puntuación BREEAM ES	Clasificación BREEAM ES
Provisional - Fase de Diseño	28,67%	SIN CLASIFICAR

**Figura 145.** Clasificación BREEAM de la vivienda. Fuente: Herramienta de evaluación BREEAM ES VIVIENDA 2011

Debido a que el porcentaje límite para la obtención de un certificado BREEAM Correcto es de un 30%, no se ha conseguido clasificar la vivienda con las medidas tomadas. Por otro lado, se ha conseguido un porcentaje sorprendentemente bueno, un 28,67%, lo que muestra que las medidas adoptadas para la consecución de la autosuficiencia de la vivienda han sido elegidas bastante adecuadamente.

En base al estudio de la certificación BREEAM llevado a cabo y explicado anteriormente, se pueden comenzar a extraer una serie de ideas generales para sentar las conclusiones del presente trabajo.

En primera instancia, es necesario repetir que la evaluación llevada a cabo a lo largo de este apartado, al no realizarse por un asesor BREEAM, no tiene carácter vinculante y no supone la certificación real de la vivienda, puesto que los conocimientos del Asesor se adquieren por medio de una serie de cursos con evaluaciones posteriores por medio del equipo de BREEAM ES; sino que se presenta como una pre evaluación inicial para conocer las opciones de una vivienda de estar características.

En este caso, se pretendió un acercamiento más profundo al procedimiento de certificación para comprobar, por medio de herramientas que se presentan al alcance de cualquier técnico actualmente, que en lo relativo a la autosuficiencia se han seguido los pasos básicos correctos para conseguir la eficiencia. Todo ello, se tiene en cuenta sin dejar a un lado la premisa de que un buen diseño es aquel que es eficiente y que contempla todos los elementos posibles, adaptándose a las características que más benefician a su finalidad.

Se puede decir que, tanto la herramienta de evaluación BREEAM como el manual para poder manejar dicha herramienta, son intuitivos y no dan lugar a dudas, evitando los posibles fallos por falta de entendimiento o por especificaciones confusas.

Por otro lado, en cuanto a las herramientas de certificadoras reconocidas por los organismos gubernamentales en base a la normativa nacional, se puede concluir que no son totalmente aptas para todo tipo de vivienda. Esto es debido a la falta de sistemas específicos que están a la orden del día, como un sistema de ventilación mecánica con recuperador de calor y *Free-cooling*, lo cual evitaría la aparición de la demanda de refrigeración en los resultados obtenidos. Aun así, dicha herramienta permite una evaluación muy fidedigna de las realidades de la vivienda.

En cuanto a la certificación BREEAM, el punto más importante que se puede concluir es que, pese a ser una herramienta para certificar buenas prácticas en las edificaciones y que evalúa correctamente estas prácticas, otorga mucha importancia a la comunicación entre el equipo de diseño y los inquilinos de la edificación. Este es un punto de máxima importancia a la hora de hablar de sostenibilidad en el sector constructivo puesto que toda mejora comienza con un buen diseño de la edificación y de los sistemas que la componen pero termina con el buen uso de los mismos por parte de sus inquilinos. Este punto es algo a tener en cuenta entre los objetivos para conseguir un desarrollo sostenible y BREEAM está aportando una serie de guías para conseguirlo.

Finalmente, los resultados obtenidos en la evaluación de la vivienda muestran la importancia de los dos parámetros estudiados a lo largo de este documento, la energía y el agua, para lograr la autosuficiencia de la vivienda. Estos resultados serán discutidos más detenidamente y en conjunto con todos los elementos que se han ido presentando a lo largo del trabajo en las conclusiones del mismo.

## **9. DISCUSIÓN**

Como se ha podido observar en la primera parte de este documento, existe una determinada intención dirigida hacia la consecución de una gran evolución sostenible en el sector de la construcción. La sociedad y mandatarios de numerosos países claman por avanzar en la lucha contra el cambio climático.

Sin embargo, los pasos que se han llevado a cabo hasta ahora, por medio de tratados y objetivos, no han sido muy fructíferos a la hora de avanzar en la resolución de los conflictos climáticos, bien es cierto que existen notables diferencias con épocas anteriores, sobre todo en materia energética y emisiones de CO<sub>2</sub> al ambiente.

El sector constructivo es uno de los grandes contaminantes atmosféricos, junto con la industria y el transporte y, es por ello, por lo que se ha de comenzar a plantear soluciones que sean viables a corto plazo, puesto que cuanto más tiempo pase mayor será la magnitud del problema que se ha de intentar solventar y, eso implica, aún más tiempo de desarrollo y ejecución de dichas soluciones.

Las problemáticas actuales del sector constructivo están claras y existe multitud de documentos que permiten estudiar parte por parte los ámbitos que requieren una mayor rapidez de actuación. Además, las legislaciones nacionales e internacionales actuales, al contrario que sus antecesoras hace relativamente poco tiempo, comienzan a enfocar la forma correcta de desarrollo de la construcción siguiendo un camino sostenible para que éste sea todo lo respetuoso que debiera con el medio ambiente.

Pese a todo ello y como se ha visto en el análisis del estado del arte, los países que forman una parte activa en la consecución de dicho desarrollo, distan notablemente de llegar a cumplir con los objetivos fijados hasta la fecha, siendo necesario comenzar a replantearse de manera más rotunda una nueva modalidad de edificaciones que, no solo cumplan con la legislación presente e inmediata, sino que se adelanten en el tiempo a los objetivos más exigentes planteados a largo plazo.

Entre estos objetivos se encuentra la consecución de edificaciones de consumo energético nulo y, consecuentemente, de emisiones netas nulas de CO<sub>2</sub>. Por ello, surgen los objetivos derivados de este documento, ya que las edificaciones autosuficientes son la clave para alcanzar dicha finalidad.

Además, de entre todos los datos mencionados en la primera parte del documento destaca el aún elevado consumo energético de las edificaciones residenciales; teniendo en cuenta que, aunque la conciencia social sostenible en el tema de la contaminación derivada del parque edificatorio no se observa de forma generalizada y se posiciona por detrás de otro tipo de preocupaciones, tanto relacionadas como no con la contaminación del planeta, se comienzan a dar los primeros indicios de que el tema está presente en el pensamiento de muchos ciudadanos.

Este pensamiento es promovido por los gastos presentes mensualmente en las facturas de muchas viviendas, derivadas de un consumo desmesurado característico de todos los países desarrollados debido al estilo de vida de la población. Sin embargo, las cifras muestran que dicho consumo apenas se ve afectado a lo largo del tiempo, tanto en la totalidad de países europeos como más particularmente en España, donde el consumo energético tan solo se frenó en el periodo de tiempo en el que la crisis económica se hizo más latente, aumentando de nuevo tras la moderada recuperación económica.

A la problemática del consumo se le suma el origen de las fuentes empleadas para poder abastecer toda la demanda energética, las cuales siguen siendo predominantemente de origen no renovable y, aunque las empresas energéticas comienzan a involucrarse en mayor medida con las fuentes renovables de energía, lo cierto es que es realmente difícil abastecer el consumo

requerido por todos los sectores sólo con las energías renovables procedentes de las grandes industrias eléctricas.

En la actualidad, ya se comienza, aunque muy progresivamente, a legislar el autoconsumo de las viviendas, sin embargo, la falta de confianza en el autoabastecimiento total de las edificaciones deriva en un avance muy lento que, a su vez, supone un retraso en el periodo de tiempo que se tiene previsto para el cambio total de las ciudades.

Por ello y, en primer lugar, se plantea el estudio de la viabilidad técnica que supone diseñar este tipo de edificaciones, tomando como objeto caso de estudio una vivienda unifamiliar aislada y sencilla que permita, sin lugar a errores, determinar de forma inicial dicho planteamiento.

Paralelamente al problema energético se desarrolla otro problema con los recursos hídricos planetarios. La escasez de agua comienza a ser muy notable en la totalidad del planeta, sobre todo para algunos países menos desarrollados y situados en zonas geográficas donde las lluvias no son abundantes. Pese a ello, la sociedad en general de muchos otros países, coincidentes con aquellos con mayor poder adquisitivo, sigue llevando a cabo sus actividades cotidianas sin prestar atención al consumo del agua ni en la adecuada forma de proceder a la hora de evitar la contaminación de los cauces que permiten abastecer al planeta. Los resultados de esta desconsideración para con el consumo y correcta utilización de los recursos hídricos son cauces superficiales totalmente conminados y acuíferos sobreexplotados y cuya calidad del agua es muy baja.

Aunque la problemática del agua resulta tan apremiante como la contaminación atmosférica, no se le otorgan los mismos medios para su resolución, tanto en el marco legislativo como en el marco social; existiendo actualmente muy pocos proyectos reconocidos que vayan un paso más allá y comiencen a plantear soluciones de mayor envergadura en la temática del agua, como es el caso del objetivo Net Zero Water. Es por ello, que la autosuficiencia planteada para la vivienda objeto de estudio abarca ambos problemas, intentado sentar pequeñas bases iniciales para ampliar la forma de visualizar la vivienda autosuficiente como una solución puramente energética, sino como un conjunto de soluciones que engloban todos los recursos que las viviendas actuales se permiten derrochar.

Los resultados del estudio técnico fueron muy favorables, como ya se ha podido ver en la parte correspondiente del presente documento. Existen actualmente numerosos métodos no contaminantes, y que por consiguiente sirven de sustitución a las fuentes de energía no renovables (causantes en su mayoría de la situación actual) utilizadas convencionalmente, capaces de conseguir que las viviendas permitan su autoabastecimiento de forma total y, un correcto cálculo de algunos de ellos permitió concluir que una vivienda de estas características es totalmente factible su desconexión total de los sistemas de abastecimiento urbanos. Sin embargo, en ésta parte del estudio cabe destacar una serie de observaciones sin las cuales dicho éxito no sería tal.

En primer lugar, como se preveía al inicio del trabajo, se puede afirmar una vivienda autosuficiente que abastezca por sí misma todas sus necesidades no es factible sin tener en cuenta tres pilares básicos de la arquitectura sostenible: el adecuado diseño bioclimático, la eficiencia energética y el estudio del clima.

Dentro de esta conclusión cabe destacar tres aspectos importantes:

- La adaptación de la vivienda a las condiciones climáticas exteriores es de suma importancia.

La vivienda objeto de estudio presentaba ya características que hacían pensar que cumplía con unos estándares determinados en relación con el diseño bioclimático, como son una importante inercia térmica y una adecuada compacidad. Esto se corroboró en el



apartado de simulaciones, donde se concluyó que, gracias a ello, se podía reducir el consumo energético de la vivienda se ha visto reducido casi al mínimo.

A pesar de lo anteriormente mencionado, la vivienda objeto de estudio no se diseñó pensada para el lugar que se planteó en este documento y, las condiciones de confort interiores de la misma así lo demuestran. Aunque estas condiciones son realmente favorables, es cierto que se necesitó la ayuda de un sistema mecánico para conseguir aumentar la temperatura interior de la vivienda al máximo posible, con el consecuente ahorro energético de calefacción pero necesitando aún una inversión energética para el funcionamiento de dicho sistema, aunque esta inversión energética sea muy baja y necesitando, a pesar de ello, calefactar la vivienda durante los periodos más fríos.

Un estudio exhaustivo del clima en el lugar elegido previo diseño de la vivienda hubiera podido suponer una mayor adaptación de la misma al entorno, con la consecuente mayor reducción de las pérdidas interiores y del consumo de calefacción que, con ayuda del sistema de ventilación para reducir las pérdidas provocadas por la ventilación natural de las viviendas, permitiera descartar totalmente la necesidad de calefacción en la misma. Así, se hubieran podido establecer la adecuada necesidad de inercia térmica de la vivienda y su correcta distribución para permitir que las necesidades presentes de cada estancia se correspondieran con las que ofrece la vivienda.

En este aspecto influye también la orientación de la vivienda en la parcela, sin embargo, ésta es una de las características más limitadas a la hora de pensar en el diseño bioclimático puesto que, generalmente, las condiciones urbanísticas dificultan la orientación ideal, con lo que se pierde ese concepto de la arquitectura bioclimática en numerosas ocasiones.

- El segundo aspecto a destacar es la necesidad que se dio a lo largo de todo el documento de incentivar continuamente el menor consumo de la vivienda por medio de electrodomésticos e iluminación de bajo consumo y, en relación con el abastecimiento de agua, con aparatos que permitan la reducción notable de los caudales para que el sistema fuera factible y con métodos de reciclado de aguas de menor calidad como las aguas residuales para riego, tras un proceso de depuración.

Por ello, se llega a una conclusión de las más importantes, los objetivos para la consecución de viviendas de consumo y emisiones nulas no se cumplirán a menos que se invierta lo que sea necesario en conseguir la reducción de las hasta ahora cantidades ingentes de energía y agua consumidas; y para conseguir esto se ha de comenzar, primeramente, con un cambio en la mentalidad derrochadora de la sociedad actual, que generalmente solo se preocupa en el ahorro dependiendo de su situación económica y, seguidamente, con una nueva proyección por parte de los técnicos y diseñadores para incentivar la utilización de dichos elementos y aparatos, incluyéndolos como cotidianos en el día a día del diseño.

Sólo con ello se conseguirá abastecer la totalidad de la vivienda, puesto que como se ha podido intuir a lo largo del documento y, pese a la prevención e intento de reducir el consumo en la vivienda, los paneles necesarios para el abastecimiento energético han supuesto la ocupación total del espacio previsto para los mismos, dejando muy justas las posibilidades de abastecer una mayor demanda en la vivienda. Esto se vio notablemente influenciado por la orientación de los mismos para lograr su total integración en la cubierta y, por lo que se concluye que se debería primar, dentro de lo posible, la eficiencia frente al diseño perfecto en estos casos; ya que una orientación óptima posiblemente hubiera ahorrado la colocación de 2 paneles fotovoltaicos.

- Todo lo anteriormente concluido da pie a la última conclusión obtenida a partir del estudio técnico de la autosuficiencia de la vivienda, el clima es el factor fundamental que

permite la autosuficiencia de las edificaciones, no tan solo para reducir el consumo como se planteó anteriormente con la arquitectura bioclimática, sino para la elección de los medios necesarios para poder llevar a cabo el autoconsumo.

El estudio del clima en la parte de simulaciones permitió descartar algunas opciones de sistemas de energías renovables dada su baja eficiencia en la ubicación elegida, como es el caso de la geotermia o la energía eólica y, por otro lado, permitió plantear la posibilidad del autoabastecimiento de agua por medio de agua de lluvia, ya que gracias a la presencia de los datos pluviométricos del lugar se pudo estimar su viabilidad técnica. Además, la presencia de programas como el utilizado para conocer la irradiancia solar en Oviedo y, así poder dimensionar las instalaciones solares en función de los periodos más desfavorables presentes a lo largo del año, es de notable ayuda y necesidad para confiar en que la vivienda no sufra interrupciones en el abastecimiento.

Por todo lo anteriormente mencionado, se puede concluir también que tanto el diseño, como el dimensionado de instalaciones basadas en energías renovables, no se debería tomar a la ligera y, para no caer en dicho error, antes de plantear cualquier elemento se debería llevar a cabo un estudio exhaustivo de todas las opciones de diseño adaptadas a la situación en la que se ubique la obra y de todos los recursos energéticos que dicho entorno ofrece de forma gratuita y no contaminante; y si pese a todo ello, por circunstancias imprevistas o climatológicas, se siguiera necesitando una fuente de energía contaminante, se tendrá la seguridad de que dicha fuente contaminante se utilizará el menor tiempo posible.

Además, se determina a su vez que, aunque las viviendas prefabricadas pueden ser una buena solución en la mayoría de los casos y tienen cierto carácter sostenible como es la planteada en este estudio, principalmente por los pocos desechos derivados de su puesta en obra, sigue siendo necesario adaptarlas al lugar en el que se ubican, o al menos elegir las en función de la relación de sus características con dicho clima, al igual que ocurre con todas las edificaciones; para poder elevarlas al nivel de la autosuficiencia energética y que también sean sostenibles a lo largo de su vida útil y no solo en el inicio de la misma.

En segundo lugar, es necesario concluir la importancia que tienen determinados elementos para la consecución de una vivienda autosuficiente, como es la ventilación mecánica exigida hoy en día por la certificación PassivHaus a pesar de valorar diseños pasivos muy eficientes. Sin la reducción de pérdidas derivadas de la ventilación y sin la aportación que presenta un recuperador de calor, no hubiera sido posible llevar a cabo la autosuficiencia de la vivienda, puesto que las condiciones interiores requerirían de un gasto mayor en calefacción que, dado el poco espacio en cubierta para los paneles solares, no sería posible de abastecer.

También destaca la importancia del tratamiento de agua de lluvia para poder contemplarla como apta para el consumo y la mejora e innovación en opciones que hacen esto posible; ya que como se pudo ver, hipotéticamente no se necesitaría ningún tipo de abastecimiento ajeno a la propia recogida de agua de la vivienda y, las necesidades para ello de superficies de captación que no se vean contaminadas con elementos ajenos a los propios arrastrados por la lluvia en su ciclo normal, para lo que se han de adaptar los espacios conforme a usos, como se puede observar en los planos adjuntos a este documento.

Finalmente y como última parte de la discusión en base al estudio técnico, se determina que la viabilidad técnica de una vivienda totalmente desconectada de las redes está estrechamente ligada a todo lo anteriormente mencionado y a un correcto dimensionado de las instalaciones.

A su vez, se concluye la dificultad de la total viabilidad del autoabastecimiento de todo el consumo necesario de agua para la vivienda, quedando éste estrechamente ligado a estudios más exhaustivos y periódicos tanto de la calidad del agua de lluvia determinada de la zona como de la calidad del agua que se consumirá una vez depurada; bien para asegurar la total falta de peligro al ingerirla como para cumplir con la legislación vigente en el caso de edificaciones que

no estén exentas de cumplirla. Llegados a este punto y en base a esta última conclusión, es necesario recalcar que en inicio, con los tratamientos planteados no habría problema para la ubicación elegida, sin embargo, en zonas con más riesgo de contaminación, la viabilidad técnica para este método se reduce a depuradoras de agua a escala doméstica.

En lo relativo a la viabilidad económica, el estudio demostró que, pese al incremento del presupuesto inicial, una vivienda autosuficiente puede ser totalmente factible en cualquier caso en términos energéticos, sin embargo, en términos de agua y saneamiento por separado, la viabilidad se torna negativa debido principalmente al bajo precio que supone el estar conectado a red.

Pese a todo ello, el ahorro energético es tan elevado que, en comparación con una vivienda común que no presente dispositivos de ahorro energético, como muchas presentes actualmente en el parque edificatorio español, se pueden amortizar todas las instalaciones planteadas para el autoconsumo sólo con lo que supondría pagar mensualmente la factura eléctrica y de agua de la vivienda.

Por otro lado, las buenas acciones del gobierno frente a la concesión de subvenciones para el autoconsumo permiten que, incluso en el caso de que la vivienda con la que se compare presente elementos de ahorro energético, la totalidad de instalaciones de la vivienda autosuficiente sean viables dentro de la vida útil de las mismas, jugando dichas subvenciones un papel muy importante a la hora de conseguir la implantación del autoconsumo para conseguir los objetivos internacionales futuros de ciudades libres de carbono.

Con el estudio de la viabilidad se concluye que una vivienda autosuficiente en su totalidad no resulta excesivamente viable económicamente para la mayoría de familias corrientes en nuestro país, debido principalmente a las instalaciones de agua y saneamiento.

En relación con lo anterior, la falta de viabilidad de las instalaciones de agua y saneamiento viene derivada principalmente por el incremento de precio que supone la potabilización del agua para el consumo. Sin embargo, hablando particularmente del agua, la amortización disminuiría si se fomentara el reciclaje del agua de lluvia para los usos no potables que se requieren en la vivienda. Con ello, no sólo se ahorraría dinero, sino que hay que tener en cuenta que se mejoraría la situación de la problemática de los recursos hídricos ya que se reduciría el consumo y la contaminación por arrastre en las ciudades de los contaminantes que hay en el suelo y, además, se fomentaría la equidad de recursos entre regiones. Por ello, aunque el autoabastecimiento de agua y saneamiento por sí mismo no se toma como viable, sí que se concluye la imperiosa necesidad de fomentar el reciclado de agua de lluvia, así como su viabilidad económica.

En contraposición, una vivienda autosuficiente energéticamente es totalmente viable económicamente hablando, no sólo porque las instalaciones se amortizarían bastante antes del fin de la vida útil de las mismas, sino porque el ahorro monetario que suponen el evitar pagar unos cuantos años las facturas energéticas podría marcar una diferencia en la economía propia de la familia, además de las ventajas fiscales que supondría con los ahorros en el IBI. Aunque también hay que tener en cuenta la inversión inicial que supone una vivienda de este tipo, las ventajas que aporta superan con creces esa preocupación inicial, primero por los beneficios ambientales y su contribución a frenar el cambio climático, segundo por el ahorro económico a largo plazo y por la revalorización de la vivienda y, por último, porque los propietarios se aseguran que su vivienda no solo cumple con la legislación actual, sino que con el paso del tiempo estará adaptada a las legislaciones previstas que serán mucho más exigentes y no necesitará ningún otro tipo de inversión para adecuarla a dichas legislaciones.

Por ello, se concluye también que no hay motivos económicos que inciten a no fomentar el autoconsumo energético en viviendas unifamiliares, aprovechando el desarrollo de nuevas legislaciones en pro de la autosuficiencia y las nuevas oportunidades que ofrecen los gobiernos

como las nuevas características del actual marco legislativo en materia de autoconsumo, el cual permite no solo agilizar y reducir los trámites burocráticos y administrativos a la hora de desarrollar una instalación renovable autosuficiente, sino nuevas libertades para los consumidores como la posibilidad de separar la titularidad de la cubierta donde se emplace la instalación, de la titularidad de la instalación per sé, lo que supone poder arrendar cubiertas que permitan ampliar las dimensiones de la instalación a desarrollar, lo cual en un escenario urbano supondría un aprovechamiento del espacio, bien más que escaso para este tipo de instalaciones; ambos hechos, engloban una situación visceralmente distinta a la presente hace dos años.

A mayores, cabe concluir que tanto la viabilidad en la ejecución como la viabilidad económica de la totalidad de las instalaciones se dispara en puntos donde el abastecimiento por medio de redes generales no sea posible, como es el caso de pueblos aislados y viviendas apartadas de las grandes urbes, donde sólo canalizar el agua y el tendido eléctrico supondrían más gasto que la inversión total de las instalaciones. Por ello, se plantea este estudio como base para el análisis de edificaciones totalmente aisladas que cumplan con las características antecitadas.

No obstante a todo lo anteriormente concluido, cabe destacar que, pese a la falta de viabilidad por separado del agua y el saneamiento, cuando se lleva a cabo la viabilidad de las instalaciones de la vivienda al completo se puede ver que es bastante factible, con un adecuado diseño bioclimático, eficiencia energética, dimensionado de instalaciones renovables y pensando continuamente en las características climatológicas del lugar. Por ello, aunque el ahorro monetario no sea demasiado importante y aunque se dependa de la subvención otorgada en muchos casos, como técnicos se debería fomentar más las posibilidades que ofrecen tipo de edificaciones como ejemplos de futuro para aquellas personas que realmente estén concienciadas con la problemática ambiental y tengan los medios necesarios para ello; dando así un paso más allá en el gran fomento que se tiene hoy de las viviendas de consumo casi nulo.

En cuanto a la última parte del estudio llevado a cabo en este documento, es concluyente decir que las certificaciones tanto exigidas por la legislación como voluntarias juegan un papel fundamental a la hora de conseguir, no solo viviendas autosuficientes en su totalidad, sino también objetivos más ambiciosos como la descarbonización de las ciudades.

Las primeras de ellas como herramienta informativa y que fomenta la concienciación de la sociedad, así como evaluación para determinar las mejoras que se han de llevar a cabo si se quieren cumplir con los objetivos de ciudades de emisiones nulas de CO<sub>2</sub>, ya que concentran sus esfuerzos actuales en el fomento de la renovación del parque edificatorio ya construido, que es origen de gran parte de las emisiones propias del sector constructivo.

Las segundas de ellas son importantes debido a la magnitud de sus exigencias, de acuerdo a los estándares más altos de construcción y pensando actualmente en un futuro legislativo que parece muy lejano.

En base a estas últimas, cabe concluir su importancia como guía para llegar a conseguir construir edificaciones autosuficientes. Se pudo comprobar durante la última parte de este documento que, pese a que hoy en día aún existe cierta desconfianza hacia las mismas por parte de algunos técnicos, certificaciones como BREEAM valoran muy positivamente los temas relacionados con la autosuficiencia energética y con el ahorro de agua, siendo ambos los principales temas relacionados con el impacto de las edificaciones a lo largo de su vida útil.

Esto se puede comprobar al llevar a cabo la pre evaluación BREEAM donde, sin haber seguido las guías de la propia certificación, haciendo uso de un análisis de adecuación de los sistemas a la vivienda y de las necesidades derivadas del autoconsumo, se ha conseguido alcanzar una puntuación muy elevada.

Tan solo contemplando los indicadores de energía y agua, se podría alcanzar a certificar una vivienda autosuficiente sin más esfuerzo que el mero hecho de diseñar la propia vivienda para tal

fin, puesto que los requisitos exigidos por la certificación no suponen ningún cambio de diseño ni una mayor inversión inicial a la planteada inicialmente sin tenerla en cuenta.

Bien es cierto que no se llegó a obtener la puntuación requerida para certificar la vivienda debido principalmente a dos motivos, el primero y más importante es que la certificación no contempla el autoconsumo de agua para la totalidad de usos de la vivienda debido a que no es algo comúnmente realizado y, segundo, a pequeños detalles como la presencia de un sistema de secado convencional como puede ser un tendal, cosa que actualmente todas las viviendas poseen y, que en el caso de la vivienda objeto de estudio, al no estar planteado en la documentación gráfica, no se le pudo otorgar la puntuación correspondiente.

A pesar de todo ello, se obtuvo una puntuación del 28,67% frente al 30% necesario para certificar la vivienda, con lo que se considera que dichas certificaciones aparte de ser un gran ejemplo de buenas prácticas en lo relativo a la construcción eficiente, permiten el fomento de las viviendas autosuficientes, posicionándose como un elemento aconsejable a la hora de enfocar los objetivos planteados para el futuro del sector.

Cabe añadir que un punto importante de las certificaciones voluntarias es que van de la mano con las evaluaciones obligatorias de las viviendas, dándose en conjunto más importancia puesto que, si ambas se llevaran a cabo en la totalidad del parque edificatorio actual, las evaluaciones pondrían en conocimiento las carencias de las viviendas mientras que las certificaciones aportarían las pautas para su mejora en función de las más elevadas exigencias y así, se podría modificar el parque edificatorio ya construido hacia un modelo más sostenible, tomando como objetivo final la autosuficiencia de todas las edificaciones.

Como conclusión general en base a esta última parte del estudio, se puede verificar que las certificaciones energéticas voluntarias enfocan la autosuficiencia energética como un objetivo prioritario para lograr dichas certificaciones, ayudándose para ello de las evaluaciones obligatorias que requiere la legislación actual.

No obstante, la parte negativa es que aún no se han desarrollado suficiente como para evaluar el autoconsumo del agua, bien por medio de recogida de pluviales o por cualquier otro medio. Bien es cierto que las técnicas que permiten la consecución del punto antemencionado aún están por desarrollarse totalmente para permitir una depuración a escala doméstica y, además, la legislación actual no recoge el concepto de autoconsumo del agua, porque hay una menor necesidad de legislar el agua respecto a otras necesidades de la vivienda como la electricidad o la calefacción. La legislación fundamental del agua en España no es actual, a diferencia de la legislación que se ha ido introduciendo respecto a la calidad del agua y a las técnicas necesarias para conseguir dicha calidad; por culpa de esta desactualización no se contempla el concepto de autoconsumo para el agua ni se fomenta, pero si exige que el agua consumida tenga una cierta calidad, al margen de excepciones particulares como son los autoabastecimientos que sustenten a menos 50 personas o 10.000l/día de agua, a partir de las cuales se han de cumplir cada uno de los requisitos de calidad del agua expuestos en dicha ley.

A mayores, se le suma que en la actualidad el tema del agua no es un tema candente, lo que fomenta la falta de desarrollo, sobre todo dentro del ámbito edificatorio, en cuanto al autoabastecimiento. Sin embargo, ya se dan los primeros indicios de un creciente cambio en la mentalidad consumista de la sociedad en cuanto al agua, ya que comienzan a aparecer en mayor medida soluciones de reciclaje las aguas de la vivienda, pese a todo ello, queda un gran camino a recorrer en este tema.

En definitiva, el estudio llevado a cabo a lo largo de este documento parece demostrar que la imagen de una vivienda autosuficiente, de consumo y emisiones de CO<sub>2</sub> nulas, parece dejar de ser una idea que se corresponde a un futuro lejano para convertirse en una posible realidad actual. Para poder llevarla a cabo, habrá que responder de forma adecuada a una serie de requisitos previos (diseño bioclimático, eficiencia energética, adaptación de diseño e

instalaciones al clima y uso de energías limpias y renovables) ya que, sin un estudio adecuado de todos ellos no se podría conseguir el autoconsumo total. En la actualidad ya se dan los primeros pasos para ayudar a obtener buenos resultados en España, el gobierno del país comienza a ofrecer ayudas y facilidades para la adaptación de cualquier tipo de edificación a la corriente sostenible que azota en la actualidad y, gracias a ello la viabilidad económica de las mismas resulta favorable. Además, existen actualmente numerosos métodos que permiten enfocar los pasos necesarios para llevar a cabo una construcción de este tipo, tanto como guía de buenas prácticas para la consecución de dicho fin como para la comprobación del adecuado enfoque del proyecto que se estudie en cada caso; siendo a su vez más sencillo eliminar cualquier barrera con la legislación actual pues se basan en las evaluaciones requeridas por la misma, lo que a su vez le otorga cierta fiabilidad y además, hablando específicamente de la certificación BREEAM, sin perder los objetivos principales en materia de energía y agua, siendo dos de los elementos que más puntúan en la misma.

Las conclusiones del estudio llevado a cabo son muy favorables a escala de una vivienda unifamiliar, siendo totalmente factible el autoconsumo de las mismas, en mayor o menor medida dependiendo de la viabilidad económica particular de cada vivienda. Por lo que se consideran como fructíferos la totalidad de estudios llevados a cabo en este documento, cumpliendo con los objetivos planteados y demostrando que un cambio en las viviendas unifamiliares es factible.

Sin embargo, las cifras presentadas en la primera parte de este documento, demuestran que las viviendas unifamiliares tan sólo representan una pequeña parte del campo edificatorio actual español, con casi el doble de construcciones. Por ello, al hablar de desarrollo sostenible del sector constructivo y de las edificaciones durante la vida útil de las mismas, es necesario plantearse aumentar la escala de actuación a nivel de edificio de viviendas.

En este caso y como pie a futuras investigaciones, a escala edificio se presentan diversas dificultades:

- El consumo de un edificio, comparado con el de una vivienda, es notablemente mayor, lo que afecta a las necesidades de cantidad de sistemas y, consecuentemente, de espacio para ubicarlos, siendo necesario plantearse un estudio más exhaustivo de las mismas, así como un dimensionado mucho más detallado.

Actualmente, esta dificultad se está intentando reducir por medio de las nuevas legislaciones españolas, las cuales permiten el autoabastecimiento compartido, es decir, que varias edificaciones sin ser necesariamente de la misma tipología puedan asociarse para crear una planta de generación mayor, y por otro lado, contempla también la posibilidad de desligar el emplazamiento de la planta con la titularidad de la misma, pudiéndose generar la energía necesaria para el autoconsumo alejada de la fuente de demanda.

Así, las medidas de actuación a realizar no solo serían beneficiosas para las obras de nueva planta, sino que se podrían implantar ahora mismo sin la necesidad de realizar grandes reformas, siempre y cuando no todas las edificaciones opten por esta opción puesto que no habría espacio suficiente dentro de la propia ciudad. Sin embargo, ayudaría a reciclar el parque edificatorio que ahora mismo es muy ineficaz, al menos en materia energética.

- Aunque la energía eléctrica se pudiera conseguir, el autoabastecimiento de agua a escala edificio es prácticamente imposible. En primer lugar porque no todas las ciudades presentan las mismas características climáticas y; en segundo lugar, el mayor problema reside en que la superficie que se necesita para producir electricidad es bastante menor que la necesaria para abastecer la demanda de agua de un edificio entero y, en el mismo, a diferencia de lo que ocurre con una vivienda unifamiliar aislada, tan sólo se dispondría de la superficie de captación correspondiente a la cubierta. Pese a todo ello,

sí sería necesario plantear la reforma de los edificios para que, al menos, se supla la gran parte, ayudando así a la problemática hídrica.

Muchos problemas relacionados con el cambio de escala al ámbito de las edificaciones de viviendas, se podrían solucionar yendo un paso más allá e investigando cómo afectaría el autoconsumo por barrios, lo cual supone otro ámbito más de estudio.

Actualmente ya se dan actividades que permiten hacerse una idea de la magnitud a la que se puede llegar en este ámbito, como es el caso de las calefacciones de distrito por medio de plantas de biomasa. Así pues, si se concentraran los esfuerzos en adaptar otro tipo de instalaciones como pueden ser las instalaciones fotovoltaicas o la recogida de agua de lluvia a escala más amplia, podría suponer un gran cambio en la totalidad de las ciudades.

La viabilidad de estos sistemas aumenta si se piensa en que, en las ciudades, hay numerosos espacios residuales que pueden ser aprovechados como plantas de instalaciones para el autoconsumo, no solo eléctrico sino total. Además, la posibilidad de generar dichos espacios de acuerdo con el crecimiento paulatino de las ciudades, que a día de hoy ya sufren y en un futuro se hará más notable, permite mejorar la falta de espacio una vez se hayan aprovechado dichos espacios residuales.

Como se puede observar, partiendo de una escala vivienda, parece factible el llegar a conseguir los dos puntos antemencionados o, al menos, llegar a reducir casi al mínimo el consumo y emisiones de las ciudades. Por ello, es necesario destacar la importancia de dichos estudios que permitan innovar en el campo del autoconsumo, en base a datos fiables y que, por otro lado, permitan sentar las pautas de actuación tangentes ahora mismo y no un puro desarrollo teórico para la consecución de los objetivos futuros. Además, permitirán mostrar a la sociedad las numerosas ventajas de un modelo sostenible de ciudad, rompiendo los estereotipos relacionados con el autoconsumo y su falta de viabilidad para que, poco a poco, los nuevos edificios, viviendas y barrios completos de cero consumo de energía y cero emisiones de carbono formen parte de la vida cotidiana de las personas.

## **10. CONCLUSIONES**

En el apartado anterior se han discutido los resultados obtenidos en el estudio realizado a lo largo de este documento, analizando parte por parte las conclusiones extraídas del mismo. A continuación se enumerarán las conclusiones generales finales y se contrastarán con los objetivos marcados como punto de partida y hacia los cuales se enfoca la totalidad del estudio.

Los objetivos iniciales se resumen en:

- Conocer la viabilidad técnica para conseguir la autosuficiencia de una vivienda en materia de energía, calefacción, refrigeración, abastecimiento de agua y saneamiento, es decir, desde el punto de vista del autoconsumo total, por medio de sistemas de energía totalmente renovables y sostenibles, desconectándolos de todas las redes urbanas de suministros.
- A través de la viabilidad técnica también se plantea el objetivo de conocer en profundidad la importancia del adecuado diseño bioclimático y el ahorro energético en una vivienda de estas características.
- En el parque edificatorio no existe como costumbre hasta ahora la adaptación de las viviendas a las características climáticas del entorno, por ello se planteó también deslocalizar la vivienda, ya con cierta intención sostenible, del emplazamiento inicial, para entender las necesidades reales de adaptación del parque edificatorio actual a los emplazamientos donde se dispone.
- A través de la realización del estudio de viabilidad técnica se buscaba también comprender las necesidades de adaptación de las propias instalaciones renovables, encargadas de abastecer la vivienda, al entorno para lograr su máxima eficiencia.
- Otro objetivo planteado fue conocer la viabilidad económica que conllevaría la adaptación de una vivienda de estas características para conseguir su total autoabastecimiento.
- Como objetivo final se planteó el posible desempeño de las herramientas de certificación energética voluntarias en materia de energía y agua, que son los dos grandes bloques estudiados para conseguir dicho autoabastecimiento.

En general, se puede afirmar que los objetivos iniciales se han alcanzado, como se ha podido observar en el apartado de discusión y las conclusiones obtenidas se pueden resumir en las siguientes:

1. La problemática energética de las edificaciones residenciales está suficientemente estudiada y, desde hace algunos años, se ha innovado lo suficiente como para poder plantear la autosuficiencia energética como una realidad alcanzable en la actualidad. Sin embargo, aunque los conocimientos del problema de escasez y contaminación de recursos hídricos también han avanzado notablemente, las innovaciones desarrolladas para conseguir el mismo planteamiento antemencionado distan mucho de estar a su altura.
2. La tendencia actual de la sociedad es a desconfiar de las posibilidades que ofrece el autoabastecimiento de las viviendas, lo que implica una mayor lentitud en el desarrollo legislativo y técnico que permita desarrollar los equipos y la tecnología de todos los elementos por igual.
3. Los resultados obtenidos del estudio de viabilidad técnica de la vivienda han sido realmente favorables y esclarecedores, dejando claro que aunque el desarrollo en innovación de los equipos sea lento, actualmente existen multitud de posibilidades



basadas en energías renovables que permiten el autoabastecimiento de una vivienda, todas ellas factibles.

4. En relación con la conclusión anterior, en materia de agua se dificulta más la cuestión de autoabastecimiento total para las viviendas, tanto derivado de las necesidades de espacio necesario para la instalación de equipos y potabilización de la misma para cumplir con las exigencias legislativas, como derivado de su dependencia de unas condiciones climatológicas ideales. Dado que la viabilidad técnica del autoabastecimiento del agua se verá muy limitada, siempre y cuando exista la posibilidad de conexión a una red general, es más favorable plantear el sistema como una opción de abastecimiento parcial para determinados usos en la vivienda, como ya se comienza a hacer actualmente.
5. El autoconsumo de una vivienda no es posible sin tres pilares básicos que hay que contemplar antes del diseño y la ejecución de sus instalaciones renovables: la adaptación del diseño formal y constructivo a las características climatológicas de su entorno, el fomento del ahorro energético desde una fase inicial, tanto por medio de la predisposición de equipos de bajo consumo energético y de agua, como por medio de una concienciación de sus inquilinos enfocado hacia la sostenibilidad; y finalmente la necesidad de estudio del clima donde se ubicará la vivienda para poder elegir de forma eficiente la tipología de instalaciones que la misma requerirá.
6. Para conseguir la autosuficiencia de las viviendas es necesario comenzar a introducir, en las mismas, sistemas no convencionales que requerirán una mayor inversión inicial, pero al mismo tiempo favorecerán notablemente el confort interior sin necesidad de un elevado consumo de instalaciones de climatización, como es la ventilación mecánica, la cual se posiciona como un elemento indispensable a la hora de hablar de autoabastecimiento energético.
7. Aunque las viviendas prefabricadas se presentan como una opción totalmente viable, la realidad no es tal si no se plantean conforme a los pilares anteriormente citados.
8. El sistema de autoabastecimiento energético es muy viable económicamente por sí mismo, aunque requiera una inversión inicial que no todos los inquilinos se pueden permitir. Por el contrario, el sistema de autoabastecimiento de agua y saneamiento no se amortiza por sí mismo, dependiendo su viabilidad del ahorro derivado del sistema energético y, en muchos casos, de las posibles subvenciones.
9. La viabilidad económica de la totalidad de instalaciones de la vivienda tan sólo se considera factible en caso de que se disponga de subvención o en el caso de que los inquilinos se planteen pasar de una vivienda con consumos convencionales, es decir, que no posea una cierta eficiencia energética, a una eficiente en su todos los ámbitos, ya que sólo así se constataría cierto ahorro.
10. La viabilidad, tanto técnica como económica, se torna muy favorable en los casos de viviendas que no presenten facilidad para la conexión a las redes generales.
11. A través de la certificación de la vivienda caso de estudio, se ha podido contrastar la fiabilidad de las certificaciones voluntarias, además, su carácter internacional no dificulta la certificación porque se ayudan de las propias evaluaciones energéticas requeridas por el gobierno. El otro punto fuerte de las certificaciones consiste en que, a pesar de su multitud de indicadores, no se pierde el objetivo de ahorro energético y de agua, en todo caso, se recomendaría su utilización como guía para la consecución de viviendas autosuficientes, ya que enfocan ambos ámbitos como dos objetivos prioritarios en las mismas, aunque por otro lado, en materia de autoconsumo de agua no están suficientemente desarrolladas.

12. Una vez comprendidos todos los resultados del estudio, tras confirmarse que dichos resultados son muy favorables, conviene plantearse y, por otro lado se torna necesario, ampliar la escala de actuación para fomentar un posible cambio en las construcciones más comunes del parque edificatorio actual, que son los edificios y, en última instancia a barrios, los cuales permitirán una importante modificación general de las ciudades y de su huella ecológica.
13. En definitiva se considera que el estudio realizado ha sido esclarecedor y que tan sólo por medio del fomento de estudios teórico-técnicos que permitan conocer las posibilidades que ofrecen la totalidad de edificaciones, por separado y en conjunto, se estará más cerca de normalizar la autosuficiencia de las edificaciones y, consecuentemente, se estará más cerca de la consecución de los objetivos del desarrollo sostenible en los plazos fijados.

**11. BIBLIOGRAFÍA**

- DAVID CASERO RODRÍGUEZ, 2007. POTABILIZACIÓN DEL AGUA. . S.I.: [en línea]. S.I.: [Consulta: 7 agosto 2019]. Disponible en: [http://api.eoi.es/api\\_v1\\_dev.php/fedora/asset/eoi:45471/componente45469.pdf](http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45471/componente45469.pdf).
- A. GALANTE MARCOS, 2011. Protocolo de Kioto y desarrollo sostenible. En: UNIVERSIDAD DE ALICANTE. CENTRO IBEROAMERICANO DE LA BIODIVERSIDAD (ed.). Alicante, España: [Consulta: 21 agosto 2019]. Disponible en: [https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/16032/1/cuadbiod34\\_03.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/16032/1/cuadbiod34_03.pdf).
- ABELARDO SAGREDO LEIVA, T., 2011. Sistema de distribución del aire. Cálculo de conductos. [en línea]. [Consulta: 21 julio 2019]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/58326068/Calculo-de-Ventilador-y-Conductos>.
- ABERGEL, T., DEAN, B. y DULAC, J., 2017. *Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector* [en línea]. S.I.: s.n. [Consulta: 9 agosto 2019]. ISBN 9789280736861. Disponible en: [www.globalabc.org](http://www.globalabc.org).
- ADMINISTRACIÓN GENERAL DEL ESTADO, 2018. España en cifras 2018. [en línea], ISSN 2255-0410. Disponible en: [https://www.ine.es/prodyser/espa\\_cifras/2018/files/assets/common/downloads/publication.pdf?uni=4f7e7b429c56ccbc4bf56b3e93ebc47b](https://www.ine.es/prodyser/espa_cifras/2018/files/assets/common/downloads/publication.pdf?uni=4f7e7b429c56ccbc4bf56b3e93ebc47b).
- AEICE y JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN, 2018. *ESTRATEGIAS PARA EDIFICIOS DE ENERGÍA CASI NULA* [en línea]. AEICE, Val. Valladolid: s.n. ISBN 9788409023639. Disponible en: [https://www.aeice.org/wp-content/uploads/2018/06/E3CN\\_manual.pdf](https://www.aeice.org/wp-content/uploads/2018/06/E3CN_manual.pdf).
- AGENCIA ESTATAL BOLETIN OFICIAL DEL ESTADO, 2019. *Reglamento electrotécnico para baja tensión e ITC*. 10 abril 2. Madrid, España: s.n. ISBN 9788434025462.
- AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA, 2011. ATLAS CLIMÁTICO IBÉRICO. [en línea]. Madrid, España: Disponible en: [http://www.aemet.es/documentos/es/conocermas/recursos\\_en\\_linea/publicaciones\\_y\\_estudios/publicaciones/Atlas-climatologico/Atlas.pdf](http://www.aemet.es/documentos/es/conocermas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/publicaciones/Atlas-climatologico/Atlas.pdf).
- AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA, 2018. *RESUMEN ANUAL CLIMATOLÓGICO 2018* [en línea]. 2018. España: Gobierno de España. Ministerio para la transición Ecológica. ISBN 9783540773405. Disponible en: [http://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia\\_clima/resumenes\\_climat/anuales/res\\_anual\\_clim\\_2018.pdf](http://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/resumenes_climat/anuales/res_anual_clim_2018.pdf).
- AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA, 2019. Datos AEMET - Open Data. Gráficos y datos de Viento. [en línea]. [Consulta: 14 junio 2019]. Disponible en: <https://datosclima.es/Aemethistorico/Vientostad.php>.
- AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA (AEMET). GOBIERNO DE ESPAÑA, 2010. Valores climatológicos normales: Oviedo. [en línea]. [Consulta: 26 julio 2019]. Disponible en: <http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos?l=1249l&k=ast>.
- ALBERICH, M., 2005. *La Formación Medioambiental del Arquitecto. Hacia un Programa de Docencia Basado en la Arquitectura y el Medioambiente*. [en línea]. S.I.: Escuela de Arquitectura de Barcelona. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/exttes?codigo=6654%5Cnhttp://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=6654&orden=0&info=link>.
- ALONSO GONZÁLEZ LEZCANO, R., BAUTISTA ECHEVARRÍA TRUEBA, J. y SANCHO ALAMBILLAGA, R., 2014. *ABECE DE LAS INSTALACIONES DE AGUA 3: ABASTECIMIENTO Y EVACUACION DE AGUAS*. Madrid, España: MUNILLA-LERIA. ISBN 978-84-89150-91-1.
- ALONSO GONZÁLEZ LEZCANO, R., DEL AMA GONZALO, F., ARAMBURU GAVIOLA, F., BAUTISTA ECHEVARRÍA TRUEBA, J., NUÑEZ CARRASCO, R., VELA HEREDIA, S. y BARAÑO FRANCO, S., 2013. *ABECÉ DE LAS INSTALACIONES 2*. Madrid, España: MUNILLA-LERIA. ISBN 9788489150997.
- ALONSO LORENZO, J.A., 2015. Mantenimiento de una Planta Fotovoltaica - Guía para mantenimiento. *SUNFIELDS EUROPE* [en línea]. [Consulta: 30 agosto 2019]. Disponible en: <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/instalaciones-fotovoltaicas-tipos-de-mantenimiento/>.
- ÁLVAREZ DÍAZ, J.A., 2018a. Cálculo de la carga térmica en edificios (Climatización 1). Método simplificado de estimación de carga térmica. [en línea]. A Coruña, España: [Consulta: 25

- julio 2019]. Disponible en:  
[https://moodle.udc.es/pluginfile.php/1235630/mod\\_resource/content/1/Estimación de carga térmica %20Climatización%29 JAAD 2016.pdf](https://moodle.udc.es/pluginfile.php/1235630/mod_resource/content/1/Estimación%20de%20carga%20t%C3%A9rmica%20Climatizaci%C3%B3n%20JAAD%202016.pdf).
- ÁLVAREZ DÍAZ, J.A., 2018b. *Instalación solar térmica para producción de ACS. REQUISITOS TÉCNICOS, COMPONENTES Y DIMENSIONADO*. 2018. A Coruña: s.n.
- ÁLVAREZ DÍAZ, J.A., 2019. *Instalaciones Solares Fotovoltaicas (contribución a la producción de energía eléctrica) Normativa, esquemas-componentes y dimensionado*. A Coruña:
- ARIZMENDI BARNES, L.J., 2004. *Cálculo y normativa básica de las instalaciones en los edificios. Tomo tercero: Instalaciones eléctricas*. Navarra, España: s.n. ISBN 8431322276.
- ARQUITECTURA INVISIBLE, 2017. ¿Casa pasiva o Passivhaus? [en línea]. [Consulta: 7 diciembre 2018]. Disponible en: <https://www.arquitecturainvisible.es/eficiencia-energetica/casa-pasiva-passivhaus/>.
- ARROYO MARTÍNEZ, E., 2018. Trabajo de fin de grado: Análisis del ciclo de vida enfocado a la construcción de una vivienda unifamiliar compuesta por tableros de madera contralaminada. . A Coruña, España.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE EMPRESAS DE TRATAMIENTO Y CONTROL DE AGUAS (AQUA ESPAÑA), 2016. Guía Técnica de aprovechamiento de aguas pluviales en edificios. [en línea]. España: [Consulta: 26 julio 2019]. Disponible en: [www.aquaespana.org](http://www.aquaespana.org).
- AUREACONSULTING, 2015. *DESIGNBUILDER. Descripción y Capacidades* [en línea]. 2015. S.l.: s.n. [Consulta: 31 agosto 2019]. Disponible en: <https://docplayer.es/1886601-Designbuilder-www-designbuilder-es-descripcion-y-capacidades.html>.
- BALLESTER VALOR, G. y GARCIA LÓPEZ, J.M., 2018. OGIMET - Selección de Resúmenes Sinópticos diarios. [en línea]. [Consulta: 14 junio 2019]. Disponible en: <https://www.ogimet.com/gsynres.phtml>.
- BELAUSTEGUIGOITIA, J., AMETSLAB, G., MODULARES, A., SL, E., LAURENZ, J., AMETSLAB, S. y GÓMEZ TELLETXE, A., 2010. El reto de los edificios ZERO: el siguiente paso de la arquitectura sostenible. [en línea]. S.l.: [Consulta: 11 agosto 2019]. Disponible en: <http://www.sb10mad.com/ponencias/archivos/d/D007.pdf>.
- BP, 2019. Statistical Review of World Energy 2019 | 68th edition. [en línea]. S.l.: [Consulta: 18 agosto 2019]. Disponible en: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2019-full-report.pdf>.
- BRE GLOBAL LTD., 2019. BREEAM ES. [en línea]. [Consulta: 3 enero 2019]. Disponible en: <http://www.breeam.es/>.
- BREEAM ES, 2019. DOSIER PARA ASOCIADOS BREEAM ES. España:
- BRUSA, A. y GUARNONE, E., 2005. Instalaciones Micro-Eólicas. Proyecto RES & RUE Dissemination. [en línea]. S.l.: [Consulta: 5 agosto 2019]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/63162778/microeolica>.
- CARPIO, M., DÍAZ LÓPEZ, C., ZAMORANO, M. y MARTÍN-MORALES, M., 2018. Catálogo de metodologías para la evaluación de edificación sostenible. *Greencities & Sostenibilidad. Convocatoria de Comunidades Científicas* [en línea], Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/325878608\\_Catalogo\\_de\\_metodologias\\_para\\_la\\_evaluacion\\_de\\_edificacion\\_sostenible](https://www.researchgate.net/publication/325878608_Catalogo_de_metodologias_para_la_evaluacion_de_edificacion_sostenible).
- CARRUTHERS, H. y CASAVANT, T., 2013. What is a Carbon Neutral Building? [en línea]. Vancouver: [Consulta: 12 agosto 2019]. Disponible en: <http://www3.cec.org/islandora-gb/es/islandora/object/islandora%3A1112/datastream/OBJ-EN/view>.
- CECIBEL IDROVO, 2009. OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE UCHUPUCUN. . Cuenca, Ecuador: [Consulta: 7 agosto 2019]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2426/1/tq1066.pdf>.
- CENSOLAR, 2007. *Tablas: Datos geográficos y temperatura mínima histórica* [en línea]. 2007. España: Miguel Ángel Lozano, José Ramos. Disponible en: [https://zagan.unizar.es/record/6894/files/TAZ-PFC-2012-056\\_ANE.pdf](https://zagan.unizar.es/record/6894/files/TAZ-PFC-2012-056_ANE.pdf).
- CHIARA MONTEROTTI, 2017. EcoHabitat-Certificaciones ambientales de edificios. Su contribución a la transformación del sector de la edificación. [en línea]. [Consulta: 2 enero 2019]. Disponible en: <http://www.ecohabitat.org/certificaciones-ambientales-de-edificios-2/>.
- COBRE PROFESIONAL, 2008. Tablas y diagramas para el cálculo de las pérdidas de carga. [en línea]. [Consulta: 23 julio 2019]. Disponible en: <https://elcobre.com/publication/tablas-y-diagramas-para-el-calculo-de-las-perdidas-de-carga>.
- COINTRA, 2018. Diferencia entre estufa de pellet, estufa canalizable y termoestufa. [en línea]. [Consulta: 25 julio 2019]. Disponible en: <https://www.cointra.es/blog-diferencia-estufa-pellet->

- estufa-canalizable-termoestufa/.
- COMISIÓN EUROPEA, 2019. Cuarto Informe sobre el estado de la Unión de la Energía. [en línea]. Bruselas: [Consulta: 18 agosto 2019]. Disponible en: [https://ec.europa.eu/epsc/sites/epsc/files/epsc\\_-\\_10\\_trends\\_transforming\\_climate\\_and\\_energy.pdf](https://ec.europa.eu/epsc/sites/epsc/files/epsc_-_10_trends_transforming_climate_and_energy.pdf).
- COMUNIDADES, D., BRUSELAS, E., COMISI, D. y INVESTIGACI, L., 2004. Estrategia Europa 2020. [en línea]. [Consulta: 22 agosto 2019]. Disponible en: [https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/economic-and-fiscal-policy-coordination/eu-economic-governance-monitoring-prevention-correction/european-semester/framework/europe-2020-strategy\\_es](https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/economic-and-fiscal-policy-coordination/eu-economic-governance-monitoring-prevention-correction/european-semester/framework/europe-2020-strategy_es).
- CONGRESO DE LOS DIPUTADOS, 2018. Proposición de ley de Cambio Climático y Transición energética presentada por el Grupo Parlamentario Popular del Congreso. [en línea]. Madrid, España: Boletín Oficial de las Cortes Generales, ISBN 8479432810. Disponible en: [http://www.congreso.es/public\\_oficiales/L12/CONG/BOCG/B/BOCG-12-B-283-1.PDF](http://www.congreso.es/public_oficiales/L12/CONG/BOCG/B/BOCG-12-B-283-1.PDF).
- CONNOR, R., 2015. *The United Nations world water development report 2015: water for a sustainable world* [en línea]. París, Francia: UNESCO. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000231823>.
- CONSEJERÍA DE EMPLEO, E.Y.C., 2018. INFORMACIÓN Y PREGUNTAS FRECUENTES sobre el Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, DE CERTIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS y sobre el DECRETO-LEY 2/2018, de 26 de junio. [en línea]. Andalucía, España: [Consulta: 17 agosto 2019]. Disponible en: [https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/20180703\\_preguntas\\_frecuentes.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/20180703_preguntas_frecuentes.pdf).
- CONSEJERÍA DE EMPLEO INDUSTRIA Y TURISMO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS, 2018. *Resolución de 23 de mayo de 2018, de la Consejería de Empleo, Industria y Turismo, por la que se aprueban las bases reguladoras de la concesión de subvenciones para el uso de energías renovables y para acciones de ahorro y eficiencia energética*. [en línea]. 2018. S.I.: s.n. [Consulta: 30 agosto 2019]. Núm. 123 de 29-v-2018. Disponible en: <http://www.fae.es/wp-content/uploads/2018/05/Bases-Reguladoras-2018.pdf>.
- CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO, 2015. Acuerdo de París. [en línea]. París: [Consulta: 21 agosto 2019]. Disponible en: [https://unfccc.int/files/meetings/paris\\_nov\\_2015/application/pdf/paris\\_agreement\\_spanish\\_.pdf](https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_spanish_.pdf).
- CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CLIMÁTICO CAMBIO, 1992. DECLARACIÓN DE RIO SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y EL DESARROLLO PREÁMBULO. [en línea]. Río de Janeiro: [Consulta: 20 agosto 2019]. Disponible en: [http://www.unesco.org/education/pdf/RIO\\_S.PDF](http://www.unesco.org/education/pdf/RIO_S.PDF).
- CRAWLEY, D.B., HAND, J.W., KUMMERT, M. y GRIFFITH, B.T., 2018. Contrasting the Capabilities of Building Energy Performance Simulation. *Building and Environment* [en línea], no. 43(4), pp. 661-673. ISSN 03601323. DOI 10.1016/j.buildenv.2006.10.027. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/222537377\\_Contrasting\\_the\\_Capabilities\\_of\\_Building\\_Energy\\_Performance\\_Simulation\\_Programs](https://www.researchgate.net/publication/222537377_Contrasting_the_Capabilities_of_Building_Energy_Performance_Simulation_Programs).
- CRESPON RUIZ DE GAUNA, J., SOTO ALFONSO, J., BENGUA, A., NITSCH, B., DÍAZ ANTON, N., VOGT, A., DÍAZ DE GARAYO BASATEGUI, S., ROYO PASTOR, R., BERGER, W., VIDAL, J., VIDAL, O., HERNÁNDEZ CLUA, M., BARAMBIO, A. y WASSOUF, M., 2011. Guía del estándar Passivhaus. Edificios de consumo energético casi nulo. [en línea]. Madrid, España: Disponible en: <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-del-Estandar-Passivhaus-fenercom-2011.pdf>.
- DAY, T., GONZALES-ZUÑIGA, S., HÖHNE, N., FEKETE, H., STERL, S., HANS, F., WAREMBOURG, A., ANICA, A. y VAN BREEVOORT, P., 2018. OPPORTUNITY 2030: BENEFITS OF CLIMATE ACTION IN CITIES. Quantifying the benefits of city-level measures in buildings, transport and energy supply. [en línea]. Cologne y Berlín, Alemania: [Consulta: 9 agosto 2019]. Disponible en: <http://ambitiontoaction.net/>.
- DE CASTRO, M., MARTÍN-VIDE, J. y ALONSO, S., 2005. El clima de España: pasado, presente y escenarios de clima para el siglo XXI. *Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático* [en línea], pp. 1-65. Disponible en: <http://digital.csic.es/handle/10261/35782>.
- DE GARRIDO, L., 2014a. *Arquitectura energía-cero* [en línea]. S.I.: s.n. [Consulta: 13 agosto 2019]. ISBN 9788415829546. Disponible en: <https://issuu.com/onebookforyou/docs/energia-cero>.

- DE GARRIDO, L., 2014b. Hacia Una Arquitectura Ecológica. [en línea]. Barcelona: [Consulta: 11 agosto 2019]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/219989896/ARQGEA-Hacia-Una-Arquitectura-Ecologica>.
- DE ISIDRO GORDEJUELA, F., ALONSO GONZÁLEZ LEZCANO, R., DEL AMA GONZALO, F., ARAMBURU GAVIOLA, F., BAUTISTA ECHEVARRÍA TRUEBA, J., NUÑEZ CARRASCO, R. y VELA HEREDIA, S., 2012. *ABECÉ DE LAS INSTALACIONES 1*. Madrid, España: MUNILLA-LERIA. ISBN 978-84-89150-80-5.
- DE LUXÁN GARCÍA DE DIEGO, M., 2004. Arquitectura integrada en el medio ambiente. *Cuadernos de investigación urbanística* [en línea], no. 41, pp. 73-88. ISSN 1886-6654. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1333767>.
- DEL TORO & ANTÚNEZ ARQUITECTOS, 2012. La certificación de edificios en España. *Sustentable & Sostenible* [en línea]. [Consulta: 17 agosto 2019]. Disponible en: <https://blog.deltoroantunez.com/2012/10/la-certificacion-de-edificios-en-espana.html>.
- DEPARTAMENTO DE ASUNTOS ECONÓMICOS Y SOCIALES DE NACIONES UNIDAS (ONU-DAES), 2010. Hechos y cifras sobre agua y ciudades. [en línea]. Zaragoza, España: Disponible en: [https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/swm\\_cities\\_zaragoza\\_2010/pdf/facts\\_and\\_figures\\_long\\_final\\_spa.pdf](https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/swm_cities_zaragoza_2010/pdf/facts_and_figures_long_final_spa.pdf).
- DEPARTAMENTO DE PLANIFICACIÓN Y ESTUDIOS DEL IDAE, 2018. Tendencias y Políticas de Eficiencia Energética en ESPAÑA. [en línea]. Madrid, España: [Consulta: 18 agosto 2019]. Disponible en: <https://www.odyssee-mure.eu/publications/national-reports/espana-eficiencia-energetica.pdf>.
- DESIGNBUILDER, 2019. DesignBuilder Software Ltd - Evaluation License Restrictions. [en línea]. [Consulta: 31 agosto 2019]. Disponible en: <https://designbuilder.co.uk/evaluation-license-restrictions>.
- DESIGNBUILDER|LAT, 2018. Características de DesignBuilder. Una estructura modular que le brinda gran flexibilidad para adaptarse a los requerimientos del usuario. [en línea]. [Consulta: 31 agosto 2019]. Disponible en: <https://www.designbuilder-lat.com/caracteristicas/descripcion-general>.
- DIPUTACIÓN DE BARCELONA. ÁREA DE MEDIO AMBIENTE., 2010. Guía del usuario.El ahorro de agua doméstica. [en línea]. Barcelona, España: [Consulta: 26 julio 2019]. Disponible en: <https://www1.diba.cat/uliep/pdf/49525.pdf>.
- DIPUTACIÓN DE BARCELONA, 2010. Guía del usuario: El ahorro de agua doméstica. [en línea]. Barcelona: [Consulta: 1 agosto 2019]. Disponible en: <https://www1.diba.cat/uliep/pdf/49525.pdf>.
- EL PARLAMENTO EUROPEO Y EL CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA, 2010. *Directiva 2010/31/UE del parlamento Europeo y del Consejo de 19 de mayo 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios* [en línea]. 2010. S.l.: s.n. Disponible en: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.boe.es/doue/2010/153/L00013-00035.pdf&ved=2ahUKEwjxzfTSzv7fAhU18-AKHx-hAL0QFjAAegQIBxAB&usg=AOvVaw0NMrheBdYHn2IJRy400Gtp>.
- ENERGY EFFICIENCY & RENEWABLE ENERGY OFFICE OF WASHINGTON DC, [sin fecha]. Net Zero Water Building Strategies. [en línea]. [Consulta: 16 agosto 2019]. Disponible en: <https://www.energy.gov/eere/femp/net-zero-water-building-strategies>.
- ENERGYPLUS, 2019. EnergyPlus™. [en línea]. [Consulta: 31 agosto 2019]. Disponible en: <https://energyplus.net/>.
- EURONA, 2016. Especiales ambientales. Las nubes. *Línea Verde* [en línea]. [Consulta: 31 agosto 2019]. Disponible en: <http://www.lineaverdemijas.com/lv/consejos-ambientales/las-nubes/cantidad-de-nubes.asp#>.
- EUROPEAN COMMISSION, 2017. JRC Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS). [en línea]. [Consulta: 26 julio 2019]. Disponible en: [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/tools.html](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html).
- EUROSTAT (UE STATISTICAL OFFICE), 2012. *Smarter, greener, more inclusive? INDICATORS TO SUPPORT THE EUROPE 2020 STRATEGY 2018* [en línea]. 2018. Luxemburgo: Publications Office of the European Union. ISBN 9789279591471. Disponible en: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/9087772/KS-02-18-728-EN-N.pdf/3f01e3c4-1c01-4036-bd6a-814dec66c58c&ved=2ahUKEwkiMK01a3kAhXj6eAKHTfnD-QQFjACegQIBhAB&usg=AOvVaw2rZC3ZQ4LxaJeOlr4-XLJY&csid=1567273785109>.
- EUROSTAT (UE STATISTICAL OFFICE), 2019. Estadísticas de energía renovable. [en línea].

- [Consulta: 18 agosto 2019]. Disponible en: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable\\_energy\\_statistics/es](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable_energy_statistics/es).
- FERNÁNDEZ, I., 2017. La Geotermia para las viviendas unifamiliares como solución idónea de futuro. *Arquitectura Sostenible* [en línea]. [Consulta: 6 agosto 2019]. Disponible en: <https://arquitectura-sostenible.es/la-geotermia-para-las-viviendas-unifamiliares-como-solucion-idonea-de-futuro/>.
- GARRIDO GARCÍA, F.J., 2007. Guía de conocimiento sobre desarrollo sostenible. *Revista GLOOBALhoy* [en línea]. [Consulta: 8 noviembre 2018]. Disponible en: [http://www.gloobal.net/iepala/gloobal/fichas/ficha.php?entidad=Textos&id=1548&opcion=documento#ficha\\_gloobal](http://www.gloobal.net/iepala/gloobal/fichas/ficha.php?entidad=Textos&id=1548&opcion=documento#ficha_gloobal).
- GOBIERNO DE ASTURIAS, 2018. *Aprobación definitiva de las ordenanzas de tributos, precios públicos y prestaciones patrimoniales de carácter público no tributario. Año 2019*. [en línea]. 2018. S.I.: s.n. [Consulta: 30 agosto 2019]. Núm. 296 de 24-xii-2018. Disponible en: <https://www.aqualia.com/documents/373313/1855467/TARIFAS+SUMINISTRO%2CALCAN TARILLADO+Y+VERTIDOS/fa384a41-6b68-2448-9329-9b2f3190a25e>.
- GOBIERNO DE NAVARRA, 2019. Clasificación climática de Köppen. [en línea]. [Consulta: 14 junio 2019]. Disponible en: <http://meteo.navarra.es/definiciones/koppen.cfm>.
- GRAF, 2019a. Depósitos agua potable GRAF. [en línea]. [Consulta: 26 julio 2019]. Disponible en: <https://www.graiberica.com/agua-potable.html>.
- GRAF, 2019b. Depósitos soterrados GRAF para recuperar agua de lluvia. [en línea]. [Consulta: 26 julio 2019]. Disponible en: <https://www.graiberica.com/depositos-soterrados.html>.
- GRIESER, J., BECK, C. y RUBEL, F., 2006. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. , no. December 2013. DOI 10.1127/0941-2948/2006/0130.
- GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO y CLIMÁTICO, 2019. El IPCC y el Sexto ciclo de evaluación. [en línea], [Consulta: 20 agosto 2019]. DOI 10.1175/JCLI-D-16-0496.1. Disponible en: <http://www.ametsoc.org/PUBSCopyrightPolicy>.
- GUERRA MENJIVAR, M.R., 2013. Arquitectura Bioclimática como parte fundamental para el ahorro de energía en edificaciones. *Revista semestral de ingeniería e innovación de la Facultad de Ingeniería, Universidad Don Bosco*. [en línea], no. 5, pp. 123-133. ISSN 2221-1136. Disponible en: [http://rd.udb.edu.sv:8080/jspui/bitstream/11715/548/1/arquitectura\\_bioclimatica.pdf](http://rd.udb.edu.sv:8080/jspui/bitstream/11715/548/1/arquitectura_bioclimatica.pdf).
- IES ESTELAS DE CANTABRIA, [sin fecha]. RECUPERADORES DE CALOR ¿QUÉ SON LOS RECUPERADORES DE CALOR? [en línea]. San Mateo, Cantabria: [Consulta: 4 agosto 2019]. Disponible en: [http://www.scalofrios.es/eficiencia/EE\\_Recuperacion\\_Energia/EEI-Recuperadores de calor.pdf](http://www.scalofrios.es/eficiencia/EE_Recuperacion_Energia/EEI-Recuperadores de calor.pdf).
- INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA, 2006. MANUALES DE ENERGÍAS RENOVABLES 4: Energía solar térmica. [en línea]. Madrid, España: [Consulta: 23 julio 2019]. Disponible en: [http://dl.idae.es/Publicaciones/10374\\_Energia\\_solar\\_termica\\_A2006.pdf](http://dl.idae.es/Publicaciones/10374_Energia_solar_termica_A2006.pdf).
- INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA, 2019. Estudios, informes y estadísticas: Balances energéticos. *Consumo para usos y energías en el sector residencial (2010-2017)* [en línea]. [Consulta: 18 agosto 2019]. Disponible en: <https://www.idae.es/estudios-informes-y-estadisticas>.
- INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA (IDAE), 2007. *Manuales de energías renovables 2: Energía de la biomasa* [en línea]. Madrid: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Gobierno de España. [Consulta: 6 agosto 2019]. ISBN 978-84-96680-15-9. Disponible en: [https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_10374\\_Energia\\_de\\_la\\_biomasa\\_07\\_28e17c9c.pdf](https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10374_Energia_de_la_biomasa_07_28e17c9c.pdf).
- INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA (IDAE), 2009. *Guía técnica. Instalaciones de biomasa* [en línea]. Madrid, España: s.n. [Consulta: 3 agosto 2019]. ISBN 9788496680463. Disponible en: [https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones\\_idae/documentos\\_10920\\_Instalaciones\\_Biomasa\\_Term\\_edificios\\_2009\\_b6fe691f.pdf](https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones_idae/documentos_10920_Instalaciones_Biomasa_Term_edificios_2009_b6fe691f.pdf).
- INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA (IDAE), 2012. *Guía técnica: Instalaciones de climatización con equipos autónomos* [en línea]. Madrid, España: s.n. [Consulta: 4 agosto 2019]. ISBN 978-84-96680-61-6. Disponible en: [https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_17\\_Guia\\_tecnica\\_instalaciones\\_de\\_climatizacion\\_con\\_equipos\\_autonomos\\_5bd3407b.pdf](https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_17_Guia_tecnica_instalaciones_de_climatizacion_con_equipos_autonomos_5bd3407b.pdf).
- INSTITUTO POR LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA (IDAE), 2008. Energías

- renovables. [en línea]. [Consulta: 15 agosto 2019]. Disponible en:  
<https://www.idae.es/tecnologias/energias-renovables>.
- INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA (IDAE), 2019. Estudios, informes y estadísticas: Balances energéticos. *Consumo para usos y energías en el sector residencial (2010-2017)*. Madrid, España: s.n. [Consulta: 10 agosto 2019] Disponible en:  
[https://www.idae.es/sites/default/files/estudios\\_informes\\_y\\_estadisticas/cons\\_usos\\_resid\\_eurostat\\_web\\_2010-17\\_ok.xlsx](https://www.idae.es/sites/default/files/estudios_informes_y_estadisticas/cons_usos_resid_eurostat_web_2010-17_ok.xlsx)
- JEFATURA DEL ESTADO, 2013. *Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico*. 2013. S.l.: s.n. [Consulta: 28 agosto 2019]. Disponible en:  
<https://www.boe.es/buscar/pdf/2013/BOE-A-2013-13645-consolidado.pdf>.
- JEFATURA DEL ESTADO, 2018. Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores. *BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO* [en línea]. 242. Madrid: s.n., pp. 97430. [Consulta: 28 agosto 2019]. Disponible en: <http://www.boe.es>.
- JIMÉNEZ HERRERO, L.M., 2003. *Cambio global, desarrollo sostenible y economía ecológica* [en línea]. 2003. S.l.: s.n. ISBN 84-370-5681-0. [Consulta: 15 agosto 2019] Disponible en:  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1979982>.
- JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN, 2004. *Manual del Arquitecto. Energía Solar Fotovoltaica*. Castilla y León, España: s.n. ISBN 8497182588.
- RABADAN-MARTIN, I., JURADO MARTIN, J.A. y GESSA PERERA, A., 2014. EL CUMPLIMIENTO DEL PROTOCOLO DE KIOTO EN TIEMPOS DE CRISIS : ¿ UNA OPORTUNIDAD O UNA AMENAZA ? [en línea], [Consulta: 28 agosto 2019]. Disponible en:  
<https://www.researchgate.net/publication/41019172>.
- LI, W., 2011. Sustainable design for low carbon architecture. *Procedia Environmental Sciences* [en línea], vol. 5, pp. 173-177. [Consulta: 13 agosto 2019]. DOI ISSN: 1878-0296. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/81968709.pdf>.
- LINACRE, E., 1992. *Climate data and resources : a reference and guide* [en línea]. S.l.: Routledge. [Consulta: 13 junio 2019]. ISBN 9780415057035. Disponible en:  
[https://books.google.es/books?id=L\\_iJAgAAQBAJ&pg=PA174&lpg=PA174&dq=oktas+a+ten&source=bl&ots=LGhrhbB56\\_&sig=ACfU3U2a5VaEdcgl9hjz8DIXIlgQ22X9WA&hl=es&a=X&ved=2ahUKEwja9OrW4u3iAhVEhRoKHdWhAWYQ6AEwB3oECAgQAQ#v=onepage&q=oktas+a+ten&f=false](https://books.google.es/books?id=L_iJAgAAQBAJ&pg=PA174&lpg=PA174&dq=oktas+a+ten&source=bl&ots=LGhrhbB56_&sig=ACfU3U2a5VaEdcgl9hjz8DIXIlgQ22X9WA&hl=es&a=X&ved=2ahUKEwja9OrW4u3iAhVEhRoKHdWhAWYQ6AEwB3oECAgQAQ#v=onepage&q=oktas+a+ten&f=false).
- LÓPEZ FERNÁNDEZ, J.L. y PERERO VAN HOVE, E., 2013. Guía práctica sobre la Certificación de la Eficiencia Energética de Edificios. [en línea]. Madrid, España: [Consulta: 17 agosto 2019]. Disponible en: [https://www.energias-renovables.com/ficheroenergias/Guia\\_Practica\\_Certificacion\\_Energetica\\_ACA\\_2013\\_2\\_Edicion.pdf](https://www.energias-renovables.com/ficheroenergias/Guia_Practica_Certificacion_Energetica_ACA_2013_2_Edicion.pdf).
- MADRIDSOLAR, 2006. Guía de la Energía Solar. [en línea]. Madrid, España: [Consulta: 7 agosto 2019]. Disponible en: <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/guia-de-la-energia-solar-fenercom.pdf>.
- MARTÍN, F., 1998. *MANUAL DE INSTALACIONES DE FONTANERÍA Y SANEAMIENTO*. Madrid, España: s.n. ISBN 8489922020.
- MATTHEWS, B., 2018. GCAS 2018: Global companies taking action on climate change. *OneHome* [en línea]. [Consulta: 31 agosto 2019]. Disponible en: <https://onehome.org.uk/the-bigger-picture/142-gcas-2018-how-global-companies-are-taking-action-on-climate-change>.
- McAVINEY, V., 2019. Compromiso renovado del G20 con el Acuerdo de París sin Estados Unidos | Euronews. [en línea]. [Consulta: 21 agosto 2019]. Disponible en:  
<https://es.euronews.com/2019/06/29/compromiso-renovado-del-g20-con-el-acuerdo-de-paris-sin-estados-unidos>.
- MEISS, A., 2013. *Dimensionado de la red de saneamiento*. 2013. Valladolid, España: Departamento de Acondicionamiento e Instalaciones, E.T.S. Arquitectura Valladolid.
- MEISS, A., 2018. *SUMINISTRO DE AGUA FRÍA SANITARIA EN LOS EDIFICIOS*. Valladolid, España: s.n. ISBN 9788484489801.
- MÉNDEZ, O., 2016. Al mal tiempo... buena es el agua de lluvia! *iAgua* [en línea]. [Consulta: 15 agosto 2019]. Disponible en: <https://www.iagua.es/blogs/oscar-mendez/al-mal-tiempobuena-es-agua-lluvia>.
- MEYER BOAKE, T., 2009. PREPARING FOR THE 2030 CHALLENGE: The Principles of Designing for Carbon Neutrality. [en línea]. Ontario, Canadá: [Consulta: 11 agosto 2019]. Disponible en: <https://www.tboake.com/pdf/boake-final-ases2009.pdf>.
- MINISTERIO DE FOMENTO, 2017. ERESEE 2017 ACTUALIZACIÓN 2017 DE LA ESTRATEGIA



- A LARGO PLAZO PARA LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA EN EL SECTOR DE LA EDIFICACIÓN EN ESPAÑA. [en línea]. S.I.: [Consulta: 19 agosto 2019]. Disponible en: <http://bpie.eu/publication/survey-article-4-eed/>.
- MINISTERIO DE FOMENTO, G. de E., 2018. *CTE: Documento Básico HE - Ahorro de energía* [en línea]. 2018. España: s.n. [Consulta: 23 julio 2019]. Disponible en: <https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/ahorroEnergia/DccHE.pdf>.
- MINISTERIO DE FOMENTO SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA DIRECCIÓN GENERAL DE ARQUITECTURA, VIVIENDA Y SUELO. Código Técnico de la Edificación - Documento Básico HE Ahorro de energía Con comentarios del Ministerio de Fomento [en línea], 2018. España: [Consulta: 28 agosto 2019]. Disponible en: <https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/ahorroEnergia/DccHE.pdf>
- MINISTERIO DE FOMENTO SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA DIRECCIÓN GENERAL DE ARQUITECTURA, VIVIENDA Y SUELO. Código Técnico de la Edificación -Documento Básico HS Salubridad Con comentarios del Ministerio de Fomento, 2018. S.I.: [Consulta: 28 agosto 2019]. Disponible en: <https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/salubridad/DccHS.pdf>
- MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA, 2018. Real Decreto 902/2018, de 20 de julio, por el que se modifican el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, y las especificaciones de los métodos de análisis del Real Decreto 1798/2010, de 30 de diciembre, por el que se regula la explotación y comercialización de aguas minerales naturales y aguas de manantial envasadas para consumo humano, y del Real Decreto 1799/2010, de 30 de diciembre, por el que se regula el proceso de elaboración y comercialización de aguas preparadas envasadas para el consumo humano [en línea]. S.I.: [Consulta: 28 agosto 2019]. Disponible en: <http://www.boe.es>.
- MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA, 2019a. Inventario Nacional de EMISIONES a la ATMÓSFERA INFORME RESUMEN. [en línea]. España: SECRETARIA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE. [Consulta: 21 agosto 2019]. Disponible en: [https://cdr.eionet.europa.eu/es/eu/mmr/art07\\_inventory/ghg\\_inventory/](https://cdr.eionet.europa.eu/es/eu/mmr/art07_inventory/ghg_inventory/).
- MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA, 2019b. Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. *BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO* [en línea]. Madrid: s.n., pp. 35674. [Consulta: 28 agosto 2019]. Disponible en: <http://www.boe.es>.
- MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA - GOBIERNO DE ESPAÑA, 2018. Procedimientos para la certificación de edificios. [en línea]. [Consulta: 31 julio 2019]. Disponible en: <https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/Paginas/procedimientos-certificacion-proyecto-terminados.aspx>.
- MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA, G. de E., 2019. La Unión Europea: Paquete de Energía y Cambio Climático 2020, Hoja de ruta 2050, Marco 2030. [en línea]. [Consulta: 29 julio 2019]. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contr-el-cambio-climatico/la-union-europea/>.
- MINISTERIO PARA LA TRANSICION ENERGETICA, 2018. Legislación. [en línea]. [Consulta: 28 agosto 2019]. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/agua/legislacion/>.
- MONGE MALO, L., 2010. *Instalaciones de energía solar térmica para la obtención de ACS en viviendas*. Barcelona, España: s.n. ISBN 9788426715920.
- MONSOLAR, 2019a. Bateria estacionaria BAE Secura 8 PVS 1200 12v. 1160 Ah. C100. [en línea]. [Consulta: 26 julio 2019]. Disponible en: <https://www.monsolar.com/bateria-estacionaria-bae-secura-8-pvs-1200-12v-1160ah-c100.html>.
- MONSOLAR, 2019b. Regulador solar MPPT Outback FLEXmax FM80 de 80 amperios. [en línea]. [Consulta: 26 julio 2019]. Disponible en: <https://www.monsolar.com/regulador-solar-mppt-80-amperios-outback-fm80.html>.
- MONTEROTTI, C., 2017. Certificaciones ambientales de edificios. Su contribución a la transformación del sector de la edificación. *EcoHabitar* [en línea]. [Consulta: 17 agosto 2019]. Disponible en: <http://www.ecohabitar.org/certificaciones-ambientales-de-edificios-2/>.
- MONTILLA MORENO, P.J., 2010. La construcción de edificaciones sostenibles. perspectivas, estrategias y retos en latinoamérica. *Ecodiseño&Sostenibi* [en línea], vol. 3, no. 2, pp. 181-204. ISSN 19457170. DOI 10.1210/endo-114-4-1259. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/277831752\\_La\\_construccion\\_de\\_edificaciones\\_so](https://www.researchgate.net/publication/277831752_La_construccion_de_edificaciones_so)

- stenibles\_Perspectivas\_estrategias\_y\_retos\_en\_Latinoamerica.
- NAREDO, J.M., 1996. Sobre el origen, el uso y el contenido del término «sostenible». *Cuadernos de Investigación Urbanística* [en línea], vol. 41, no. 41, pp. 7-18. ISSN 1886-6654. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1333758>.
- NEILA, J., 2000. Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible: buenas prácticas edificatorias. *Boletín C+F: Ciudades para un Futuro más Sostenible* [en línea], pp. 89-99. Disponible en: <http://habitat.aq.upm.es/select-sost/ab3.html>.
- NEUMANN, A.L., MILLÁN, M.I. y RODRÍGUEZ AUMENTE, P.A., 2005. INVESTIGACIÓN E IMPACTO AMBIENTAL DE LOS EDIFICIOS. LA ENERGÍA. [en línea]. Madrid, España: [Consulta: 9 agosto 2019]. Disponible en: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/2536/1/impacto.pdf>.
- NOVA HIDROLOGÍA, 2019. Chove Chuva. [en línea]. [Consulta: 16 agosto 2019]. Disponible en: <https://www.chovechuva.com.br/>.
- OFFICE OF ENERGY EFFICIENCY & RENEWABLE ENERGY, 2017. EnergyPlus. [en línea]. [Consulta: 31 agosto 2019]. Disponible en: <https://www.energy.gov/eere/buildings/downloads/energyplus-0>.
- OLMOS GORMAZ, D.V., 2013. Herramientas y técnicas para la predeterminación de comportamiento energético en arquitectura. [en línea]. Barcelona, España: [Consulta: 5 agosto 2019] Disponible en: [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/20609/DanielaOlmos\\_TFM\\_complet.pdf?sequence=8&isAllowed=y](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/20609/DanielaOlmos_TFM_complet.pdf?sequence=8&isAllowed=y).
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA, 2019. Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2. [en línea]. París, Francia: Disponible en: <https://www.acnur.org/5c93e4c34.pdf%0D>.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA, PROGRAMA MUNDIAL DE EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS y UNWATER, 2009. En un mundo en constante cambio. El 3º Informe sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. [en línea]. S.I.: [Consulta: 17 agosto 2019] Disponible en: [http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/pdf/wwap\\_WWDR3\\_Facts\\_and\\_Figures\\_SP.pdf](http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/pdf/wwap_WWDR3_Facts_and_Figures_SP.pdf).
- PACHAURI, R.K., MEYER, L., ALLEN, M.R., BARROS, V.R., BROOME, J., CRAMER, W., JIANG, K., JIMÉNEZ CISNEROS MÉXICO, B., KATTSOV, V., LEE, H., MINX, J., MULUGETTA, Y., BRINKMAN, S., VAN KESTEREN, L., LEPRINCE-RINGUET, N. y VAN BOXMEER, F., 2014. *Cambio climático 2014 Equipo principal de redacción Equipo principal de redacción Unidad de apoyo técnico para el Informe de síntesis* [en línea]. Ginebra: s.n. [Consulta: 21 agosto 2019]. ISBN 9789291693436. Disponible en: <http://www.ipcc.ch>.
- PINILLA, A.M. y OROSA, C.C., 2016. *BREEAM ES VIVIENDA 2011 Edificios residenciales Manual Técnico* [en línea]. 2016. S.I.: [Consulta: 18 julio 2019]. Disponible en: <http://www.breeam.es/>.
- PLATAFORMA EDIFICACIÓN PASSIVHAUS, 2019. Estándar PassivHaus. [en línea]. [Consulta: 21 julio 2019]. Disponible en: <http://www.plataforma-pep.org/>.
- PONCE, J., 2013. Cálculo del vaso de expansión de una instalación solar térmica. [en línea]. [Consulta: 23 julio 2019]. Disponible en: <http://javiponce-formatec.blogspot.com/2013/09/>.
- MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA, 2003. REALDECRETO 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO [en línea]. Madrid, España: [Consulta: 7 agosto 2019]. Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2003/02/21/pdfs/A07228-07245.pdf>.
- PROSPERI, M. y MINELLI, C., 2005. Energía Solar Fotovoltaica. Proyecto RES & RUE Dissemination. [en línea]. S.I.: [Consulta: 5 agosto 2019]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/123096102/8641791-fotovoltaica>.
- PROTOCOLO DE KYOTO DE LA CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO. [en línea], 1998. Kioto: [Consulta: 21 agosto 2019]. Disponible en: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>.
- RAMÍREZ, A., 2002. La construcción sostenible. *Física y sociedad, Trece* [en línea], pp. 30-33. [Consulta: 2 enero 2019]. Disponible en: [https://www.cofis.es/pdf/fys/fys13/fys13\\_30-33.pdf](https://www.cofis.es/pdf/fys/fys13/fys13_30-33.pdf).
- RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, 2018. El sistema eléctrico español. Avance 2018. [en línea]. Madrid, España: [Consulta: 18 agosto 2019]. Disponible en: [https://www.ree.es/sites/default/files/11\\_PUBLICACIONES/Documentos/InformesSistemaEI](https://www.ree.es/sites/default/files/11_PUBLICACIONES/Documentos/InformesSistemaEI)

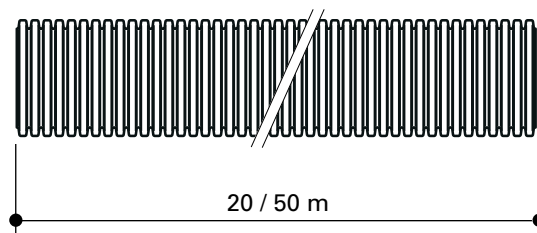
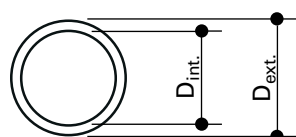
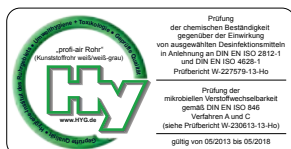
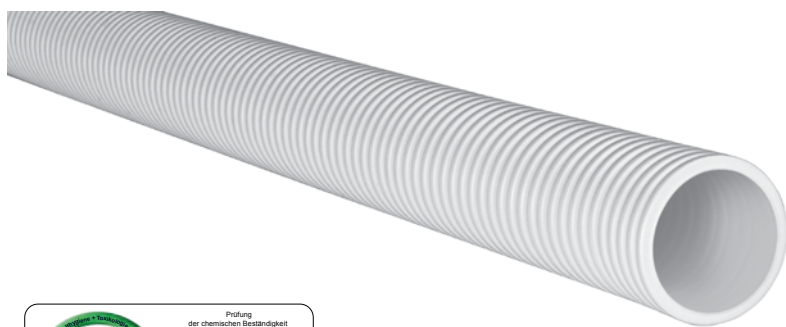
- ectrico/2019/Avance\_ISE\_2018.pdf.
- RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, 2019. Red Eléctrica de España: Balance. [en línea]. [Consulta: 18 agosto 2019]. Disponible en: <https://www.ree.es/es/datos/balance>.
- REUS, P. y BLANCAFORT, J., 2010. *ECOEficiencia en la Arquitectura. Análisis de Casos Prácticos de Ecoeficiencia en el Diseño de la Edificación y Rehabilitación de Inmuebles* [en línea]. Murcia, España: Consejería de agricultura y agua. Región de Murcia. [Consulta: 11 agosto 2019]. ISBN 9788469368374. Disponible en: [www.blancafort-reus.com](http://www.blancafort-reus.com).
- RIVAS, P., 2019. Calefacción por geotermia. La energía renovable del suelo. *Instalaciones y eficiencia energética* [en línea]. [Consulta: 6 agosto 2019]. Disponible en: <https://instalacionesyeficienciaenergetica.com/calefaccion-por-geotermia/>.
- ROINTE, 2019. Productos Rointe. [en línea]. [Consulta: 25 julio 2019]. Disponible en: <https://rointe.com/radiadores/>.
- ROTH IBÉRICA, S.A., 2019. Página web productos Roth. [en línea]. [Consulta: 23 julio 2019]. Disponible en: <https://www.roth-spain.com/es/default.htm>.
- SALA, I., 2013. Las energías renovables en edificación, ventajas y viabilidad en eólica, solar y biomasa. [en línea]. [Consulta: 5 agosto 2019]. Disponible en: <https://www.construction21.org/espana/articles/es/las-energias-renovables-en-edificacion-ventajas-y-viabilidad-en-eolica-solar-y-biomasa.html>.
- SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE, 2019. Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera. Emisiones de gases de efecto invernadero. [en línea]. España: SECRETARIA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE. [Consulta: 21 agosto 2019]. Disponible en: [https://cdr.eionet.europa.eu/es/eu/mmr/art07\\_inventory/ghg\\_inventory/](https://cdr.eionet.europa.eu/es/eu/mmr/art07_inventory/ghg_inventory/).
- SECRETARÍA DE SALUD LABORAL Y MEDIO AMBIENTE, 2015. PRINCIPALES RESULTADOS DE LA CUMBRE DE CAMBIO CLIMÁTICO DE PARÍS Informe de Valoración de CCOO. [en línea]. S.I.: [Consulta: 21 agosto 2019]. Disponible en: [http://www.agroalimentaria.ccoo.es/comunes/recursos/21/doc260763\\_PRINCIPALES\\_RESULTADOS\\_DE\\_LA\\_CUMBRE\\_DEL\\_CAMBIO\\_CLIMATICO\\_DE\\_PARIS.pdf](http://www.agroalimentaria.ccoo.es/comunes/recursos/21/doc260763_PRINCIPALES_RESULTADOS_DE_LA_CUMBRE_DEL_CAMBIO_CLIMATICO_DE_PARIS.pdf).
- SERRA, R., 2004. *arquitectura y climas* [en línea]. Barcelona: s.n. [Consulta: 7 diciembre 2018]. ISBN 84-252-1767-9. Disponible en: <http://arquitecturapasiva.paisaxescompletadas.com/wp-content/uploads/2016/10/0000-arquitectura-y-climas-rafael-serra.pdf>.
- SERRA, R. y COCH, H., 1995. *Architecture and natural energy* [en línea]. S.I.: s.n. [Consulta: 19 junio 2018] ISBN 8476535058. Disponible en: <http://ecocosas.com/wp-content/uploads/Biblioteca/Arquitectura/Arquitectura y energia natural.pdf>.
- SISOLAK, J., DIRECTOR, O., BJORK, M. y MUÑOZ, P., 2011. TOWARD NET ZERO WATER: BEST MANAGEMENT PRACTICES FOR DECENTRALIZED SOURCING AND TREATMENT. [en línea]. Disponible en: [https://living-future.org/wp-content/uploads/2016/11/Toward\\_Net-Zero\\_Water.pdf](https://living-future.org/wp-content/uploads/2016/11/Toward_Net-Zero_Water.pdf).
- SOCIETY, A.C., 2015. *The Keeling Curve* [en línea]. 2015. California, San Diego, U.S.A.: ACS Chemistry for life. [Consulta: 12 agosto 2018] Disponible en: <https://www.acs.org/content/dam/acsorg/education/whatischemistry/landmarks/keeling-curve/2015-keeling-curve-landmark-booklet.pdf>.
- SOLUCIONES HIDROPLUVIALES, 2011. Captación agua de lluvia. [en línea]. [Consulta: 15 agosto 2019]. Disponible en: <https://hidropluviales.com/2018/07/05/captacion-agua-de-lluvia-2/>.
- SOTYSOLAR, 2018. Subvenciones placas solares 2019. <https://sotysolar.es/placas-solares/subvenciones> [en línea], [Consulta: 30 agosto 2019]. Disponible en: <https://sotysolar.es/placas-solares/subvenciones>.
- SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS FUND, 2018. De los ODM a los ODS. [en línea]. [Consulta: 22 agosto 2019]. Disponible en: <https://www.sdgfund.org/es/de-los-odm-los-ods%0Ahttp://www.sdgfund.org/es/de-los-odm-los-ods>.
- TECGAL, 2019. Energía Solar Térmica. [en línea]. [Consulta: 7 agosto 2019]. Disponible en: <https://tecgale.es/energia-solar-termica/>.
- THE UNITED NATIONS, 1972. Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment [en línea]. 1972. Estocolmo: s.n. [Consulta: 20 agosto 2019]. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/0019556119890340>.
- TOMÉ-GIL, B.M., 2015. De Kioto a París, un viaje lleno de diferencias. [en línea]. S.I.: [Consulta: 21 agosto 2019]. Disponible en: [http://www.agroalimentaria.ccoo.es/comunes/recursos/21/doc260253\\_Articulo\\_de\\_la\\_Cumb](http://www.agroalimentaria.ccoo.es/comunes/recursos/21/doc260253_Articulo_de_la_Cumb)

- re\_del\_Clima\_de\_Paris\_(COP21).pdf.
- VALAVAZQUEZ, R., GARCIA, J., ALVAREZ, S., MARTINEZ, S., GARCIA, D. y FERNANDEZ, L., 2018. ESTRATEGIAS PARA EDIFICIOS DE ENERGÍA CASI NULA. AEICE, Val. Valladolid, España: s.n. ISBN 9788409023639.
- VÁZQUEZ ESPÍ, M., 1998. Ciudades Sostenibles. *Boletín CF+S: Ciudad, economía, ecología y salud*. [en línea], DOI ISSN:1578-097X. Disponible en: <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n8/amvaz.html>.
- VERDAGUER VIANA CÁRDENAS, C., 2000. De la sostenibilidad a los ecobarrios. *Documentación Social. Revista de estudios Sociales y de sociología aplicada* [en línea], vol. 119, no. 2000, pp. 59-78. ISSN 0417-8106. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/49911614\\_De\\_la\\_sostenibilidad\\_a\\_los\\_ecobarrios](https://www.researchgate.net/publication/49911614_De_la_sostenibilidad_a_los_ecobarrios).
- WATERPLAS, 2007. Tratamiento de Aguas Residuales. [en línea]. [Consulta: 24 julio 2019]. Disponible en: <http://www.waterplas.com/aguas-residuales.php>.
- WEBER, W.J., 1979. Control De La Calidad Del Agua/ Water Quality Control: Procesos Fisicoquimicos [en línea]. S.l.: Reverte. [Consulta: 25 agosto 2019]. ISBN 8429175229, 9788429175226. Disponible en: <https://books.google.com/books?id=TLpzh5HQYvgC&pgis=1>.
- WINDFINDER, 2019. Estadísticas del viento y del tiempo Oviedo. [en línea]. [Consulta: 14 junio 2019]. Disponible en: <https://es.windfinder.com/windstatistics/oviedo>.
- YOLANDA, I. y CÁRDENAS, A., [sin fecha]. TRATAMIENTO DE AGUA COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN Document preparado por. [en línea]. S.l.: [Consulta: 7 agosto 2019]. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd27/andia.pdf>.
- ZYTECH SOLAR, 2019. Placas solares ZT320P/ZT330P/ZT340P - Paneles solares policristalinos. [en línea]. [Consulta: 26 julio 2019]. Disponible en: <http://zytech.es/producto/placas-solares-policristalinos-zt320p-zt330p-zt340p/>.

## **12. ANEXOS**

### **12.1. ANEXOS: SISTEMA DE VENTILACIÓN**

# Conducto profi-air® classic



Tubo corrugado muy flexible, de doble capa con revestimiento interior antiestático y antibacteriano para ser montado en techos de hormigón, falsos techos, instalaciones murales, conductos ascendentes o componentes de soporte.

La capa interna lisa del conducto profi-air classic permite una fácil limpieza.

Temperatura de funcionamiento entrada de aire: -25 a 60 °C

Temperatura de procesamiento hasta un máx. de -5 °C

Rigidez del anillo

NW 63 > 8 kN / m<sup>2</sup> EN ISO 9969

NW 75 > 8 kN / m<sup>2</sup> EN ISO 9969

NW 90 > 7 kN / m<sup>2</sup> EN ISO 9969

Caudal de aire conforme a DIN 1946/6:

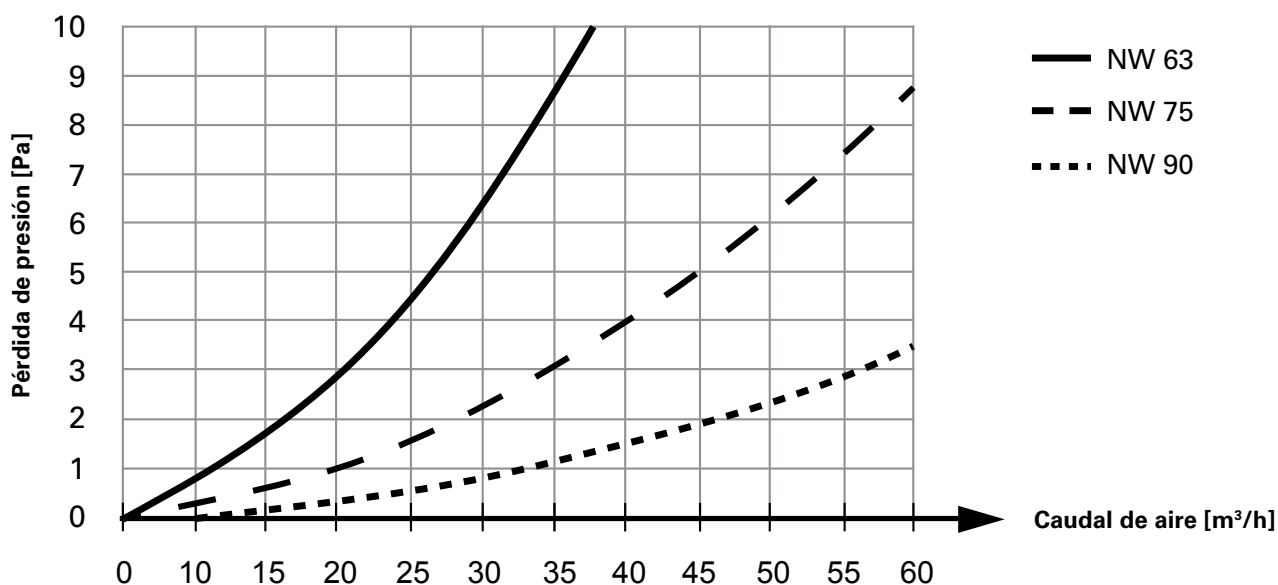
■ NW 63 = máx. 23 m<sup>3</sup>/h

■ NW 75 = máx. 30 m<sup>3</sup>/h

■ NW 90 = máx. 45 m<sup>3</sup>/h

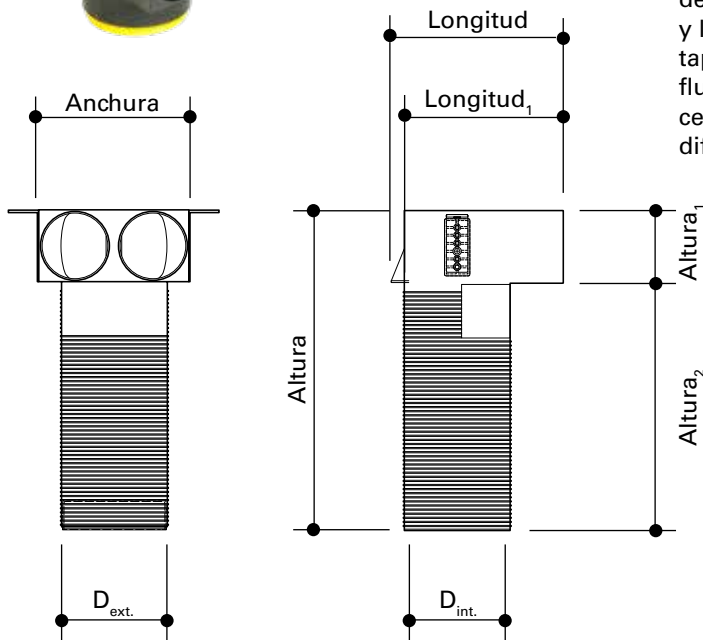
Radio de flexión: mín. 15 cm

Ref.	Tipo	Medidas				Material	Peso	PEX
Conducto profi-air classic								
		D <sub>ext.</sub>	D <sub>int.</sub>	Anillo ø	Altura del anillo			
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg/anillo]		
78363305	NW 63, en anillos	64	54	1130	320	PEAD	15,50	50 m
78375302	NW 75, en anillos	76	63	1050	210	PEAD	6,80	20 m
78375305	NW 75, en anillos	76	63	1100	350	PEAD	17,00	50 m
78390302	NW 90, en anillos	91	78	1130	250	PEAD	9,00	20 m
78390305	NW 90, en anillos	91	78	1130	460	PEAD	22,50	50 m



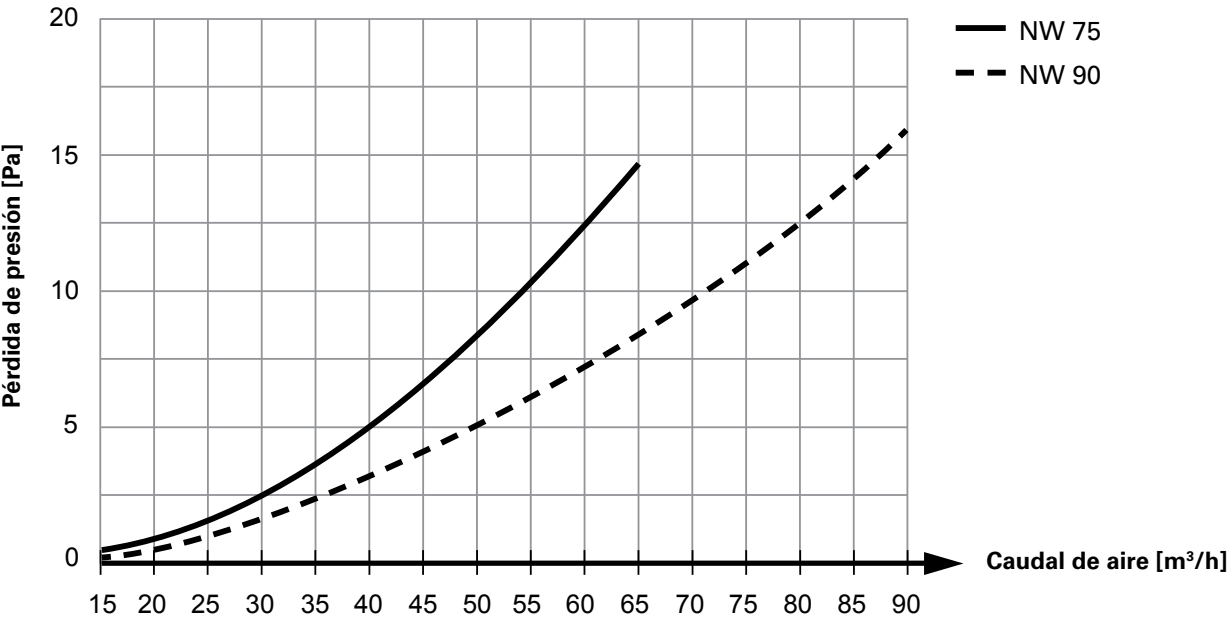
Pérdida de presión con un tramo de tubería de 1 m

# Difusor de aire 90° profi-air® classic



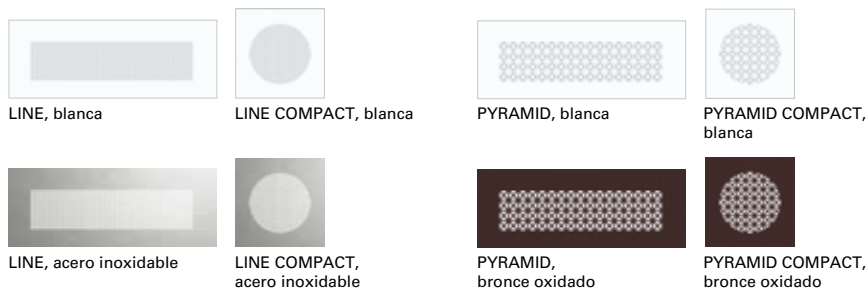
Carcasa de difusor de aire 90° para conector de válvula, aplicabilidad universal para entrada / salida de aire. Instalación en pared, suelo o techo. Se puede fijar con escuadras de fijación. Disponibles versión corta y larga. Equipado por un lado con tapones de cierre DN 75 o DN 90 con flujo optimizado. Conector de válvula cerrado con capuchón deslizante de difusor de aire DN 125.

Ref.	Tipo	Medidas			Material	Peso	PEX		
Difusor de aire 90° plus profi-air classic									
		D <sub>ext.</sub>	D <sub>int.</sub>	Long. / Long. <sub>1</sub>	Anchura	Alt. / Alt. <sub>1</sub> / Alt. <sub>2</sub>			
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]			
78375381	2x NW 75 / DN 125	130	125	191 / 205	180	383 / 86 / 297	PP	[kg/unidad]	[unidad]
78375382	2x NW 75 / DN 125 - corto	130	125	191 / 205	180	150 / 86 / 64	PP	0,91	1
78390381	2x NW 90 / DN 125	130	125	197 / 210	211	400 / 103 / 297	PP	0,47	1
78390382	2x NW 90 / DN 125 - corto	130	125	197 / 210	211	167 / 103 / 64	PP	1,03	1
								0,75	1

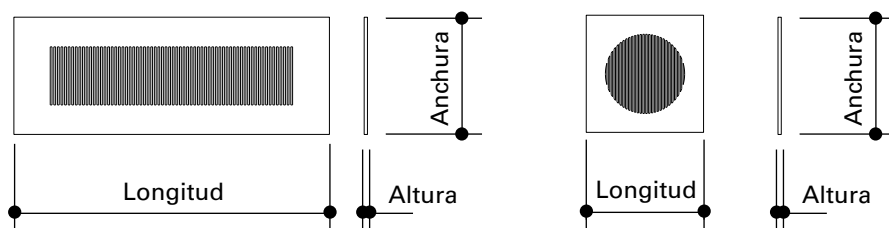




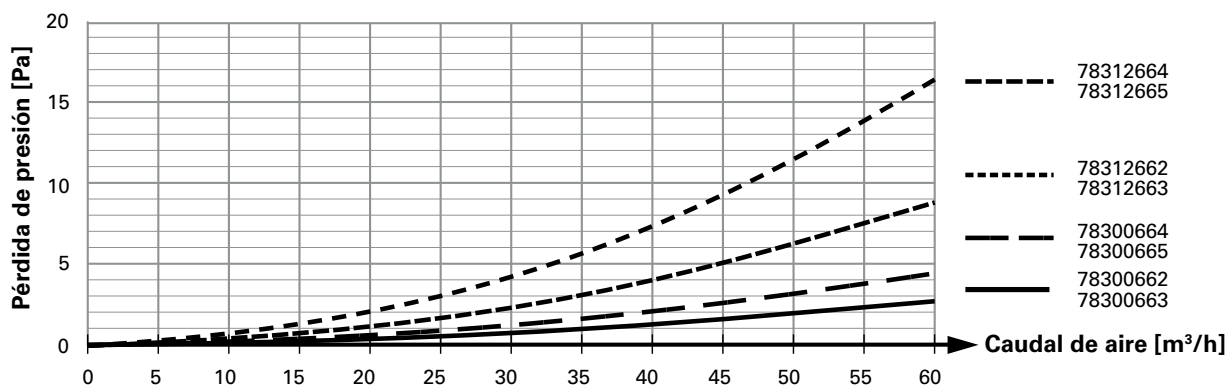
# Rejilla de diseño starline®



Rejilla de diseño metálica para entrada o salida de aire con fijación magnética. Solo puede utilizarse con el marco de montaje profi-air o con el marco de montaje compact profi-air. Las rejillas de diseño son adecuadas para ser usadas en el difusor de aire de 90° profi-air tunnel y en todos los difusores de aire Ø 125 mm profi-air classic. Adecuadas para instalación en pared y techo.



Ref.	Tipo	Medidas			Material	Peso	PEX
<b>Rejilla de ventilación profi-air</b> <b>entrada / salida de aire</b> Pared/Techo							
		Longitud [mm]	Anchura [mm]	Altura [mm]		[kg/unidad]	[unidad]
78300662	LINE, blanca	350	130	1,5	Chapa de acero blanca (RAL 9016)	0,47	1
78312662	LINE COMPACT, blanca	160	160	1,5	Chapa de acero blanca (RAL 9016)	0,26	1
78300663	LINE, acero inoxidable	350	130	1,5	Acero inoxidable pulido	0,47	1
78312663	LINE COMPACT, acero inoxidable	160	160	1,5	Acero inoxidable pulido	0,26	1
78300664	PYRAMID, blanca	350	130	1,5	Chapa de acero blanca (RAL 9016)	0,47	1
78312664	PYRAMID COMPACT, blanca	160	160	1,5	Chapa de acero blanca (RAL 9016)	0,26	1
78300665	PYRAMID, bronce oxidado	350	130	1,5	Chapa de acero bronce oscuro	0,47	1
78312665	PYRAMID COMPACT, bronce oxidado	160	160	1,5	Chapa de acero bronce oscuro	0,26	1



# Nueva solución Tubpla® Pure StancoFix

[gonal.es/tubpla-pure-stancofix/](http://gonal.es/tubpla-pure-stancofix/)

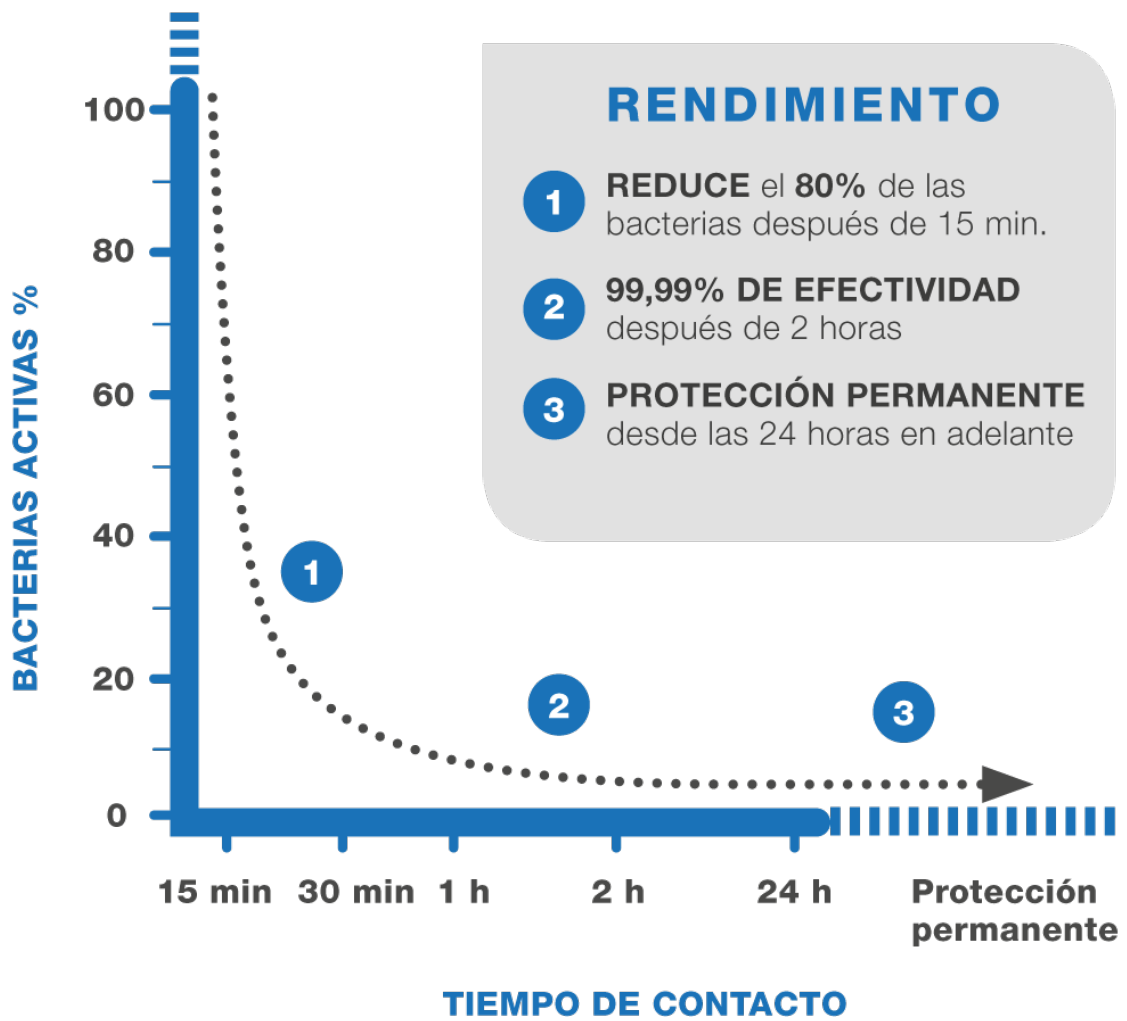
Abril 15, 2016

Tubpla® Pure StancoFix : nueva solución integral de red de conductos para Ventilación, Aerotermia y Extracción de humos de campana.

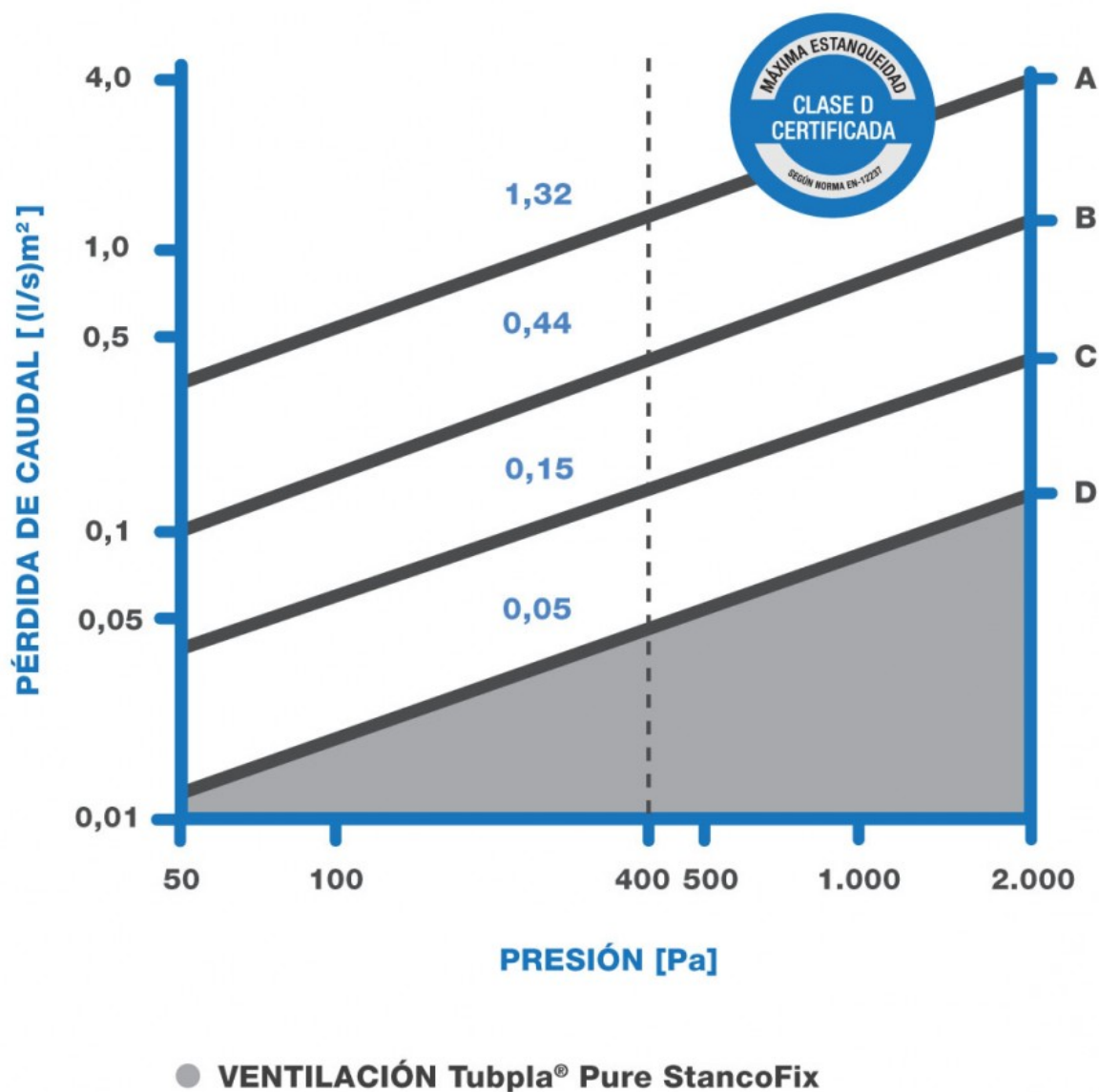


Mediante los conductos Tubpla® Pure, se consigue una calidad de aire más pura para un ambiente saludable, evitando problemas de salud y/o incomodidades debidos al síndrome del edificio enfermo o reacciones alérgicas.

Gracias a sus características antiestáticas y antibacterianas, los conductos Tubpla® Pure eliminan el 99,99% de las bacterias presentes en la red de ventilación e impiden la retención de polvos que podrían provocar molestias respiratorias.



Fuente: **BM Technology**



Fuente: **European Norm 12237**

Con los accesorios Tubpla® StancoFix y su junta de EPDM integrada, la red de conductos alcanza una estanqueidad máxima clase D,

- impidiendo fugas de aire que provocan aumento del caudal,
- permitiendo dimensionar la red sin previsión de sobredimensionamiento,
- provocando la disminución de los gastos energéticos,
- evitando molestias sonoras para los usuarios.

La red Tubpla® Pure StancoFix no provoca ruidos, ni vibraciones, ni corrientes de aire molestos garantizando un mayor confort acústico, térmico, aerólico y sano del usuario.

Gracias a un clip de fijación patentado e integrado en todos los accesorios, la red Tubpla® Pure StancoFix tiene alta resistencia al desencaje y permite montaje rápido y instalación simple.

Por su material de termoplástico técnico, se evitan riesgos de deterioros debidos a la humedad, para una larga vida útil del sistema.

Gracias a una gama completa de accesorios y conductos con varias dimensiones disponibles, la red Tubpla® Pure StancoFix se adapta a cualquier tipo de obra y configuración de instalación.



	SISTEMA 150	SISTEMA 125	SISTEMA 100
DIMENSIONES (mm)			
	Ø 150	Ø 125	Ø 100
	180x90	220x55	110x55
CAUDAL (m³/h)			
máximo*	240	180	90
mínimo**	150	100	50

\* Velocidad del aire máxima es 4 m/s.

\*\* Velocidad del aire mínima es 2,5 m/s.

Fuente: **Elaboración propia**

# Siber® Pure Air



## REDUCTOR DE AIRE

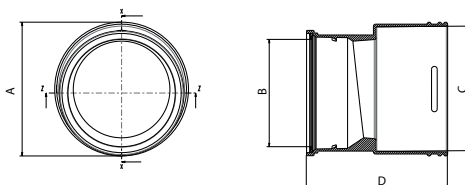


Ref.	SZ188564
------	----------

Qv [m³/h]					
10	20	30	40	50	60

Anillos	Zeta	ΔP [Pa]					
0	20.01	4.5	17.9	40.2	71.5	111.7	160.9
1	15.98	3.6	14.3	32.1	57.1	89.2	128.5
2	12.45	2.8	11.1	25.0	44.5	69.5	100.1
3	9.41	2.1	8.4	18.9	33.6	52.5	75.7
4	7.32	1.6	6.5	14.7	26.2	40.9	58.9
5	5.30	1.2	4.7	10.7	18.9	29.6	42.6
6	3.63	0.8	3.2	7.3	13.0	20.3	29.2
7	2.62	0.6	2.3	5.3	9.4	14.6	21.1
8	1.82	0.4	1.6	3.7	6.5	10.2	14.6
9	1.24	0.3	1.1	2.5	4.4	6.9	10.0
10	0.77	0.2	0.7	1.5	2.8	4.3	6.2
11	0.41	0.1	0.4	0.8	1.5	2.3	3.3
12	0.18	0.0	0.2	0.4	0.6	1.0	1.4

## ADAPTADOR



Ø75 / Ø90	
Ref.	SZ188553
A [mm]	101
B [mm]	81
C [mm]	65
D [mm]	106.5
E [mm]	1,8

## CAJA DE DISTRIBUCIÓN UNIVERSAL



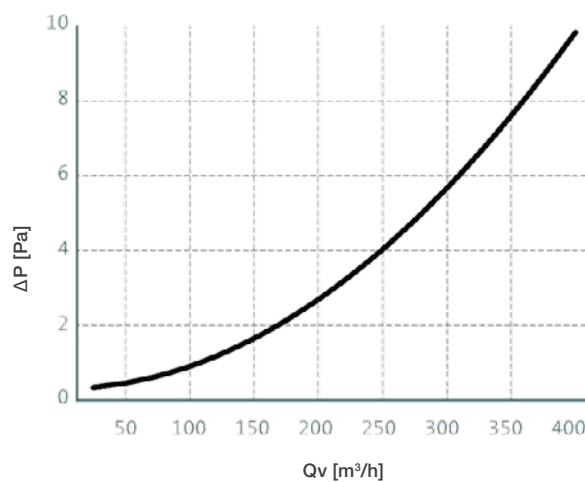
Para adaptar a Ø90:

**ADAPTADOR (Ø90)**

Ref. : SZ188553



Qv [m³/h]	ΔP [Pa]
100	1,0
150	1,7
200	2,7
250	4,0
300	5,7
350	7,6
400	9,9



### 8 CONECTORES Ø75

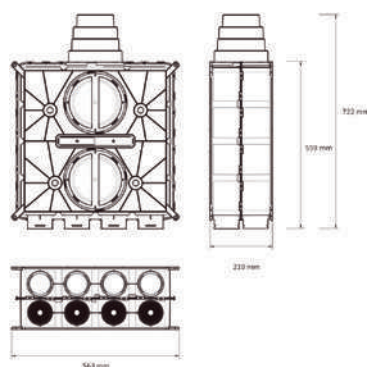
Ref. : SZ188591

### 16 CONECTORES Ø75

Ref. : SZ188592

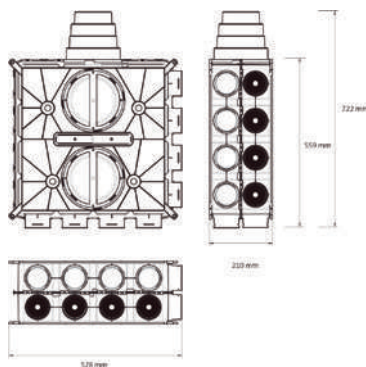
### 24 CONECTORES Ø75

Ref. : SZ188593



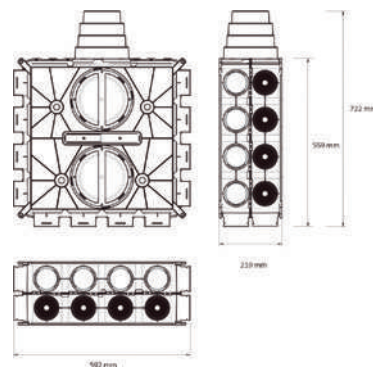
#### NO INCLUIDOS

Reductores de caudal (Ref.SZ188564)  
Tapas (Ref. SZ188563)



#### NO INCLUIDOS

Reductores de caudal (Ref.SZ188564)  
Tapas (Ref. SZ188563)



#### NO INCLUIDOS

Reductores de caudal (Ref.SZ188564)  
Tapas (Ref. SZ188563)



# Siber® Pure Air



## CAJA DISTRIBUCIÓN UNIVERSAL COMPACTA

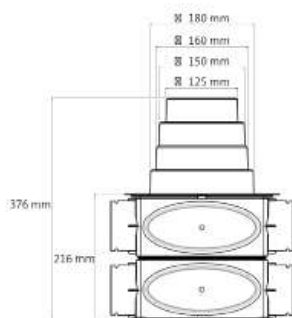
### 1 CAJA DE DISTRIBUCIÓN 212 / 12 CONEXIONES Ø75

Ref. : SZ188630



#### INCLUIDOS

12 reductores de caudal (Ref.SZ188564)  
6 tapas (Ref. SZ188563)



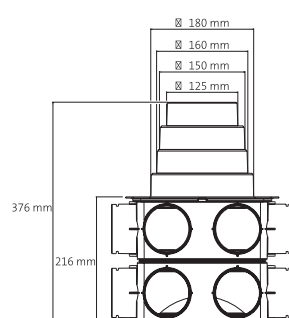
### 2 CAJA DE DISTRIBUCIÓN 216 / 16 CONEXIONES Ø75

Ref. : SZ188631



#### INCLUIDOS

16 reductores de caudal (Ref.SZ188564)  
8 tapas (Ref. SZ188563)



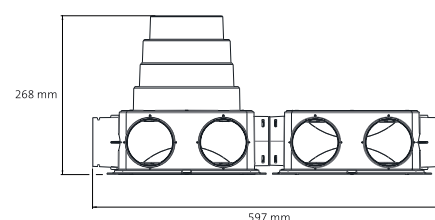
### 3 CAJA DE DISTRIBUCIÓN 212 INLINE / 12 CONEXIONES Ø75

Ref. : SZ188633



#### INCLUIDOS

12 reductores de caudal (Ref.SZ188564)  
6 tapas (Ref. SZ188563)



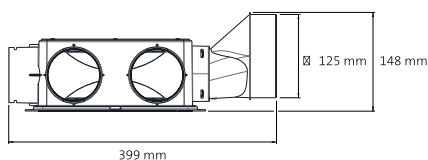
### 4 CAJA DE DISTRIBUCIÓN 206 INLINE / 6 CONEXIONES Ø75

Ref. : SZ188642



#### INCLUIDOS

6 reductores de caudal (Ref.SZ188564)  
3 tapas (Ref. SZ188563)



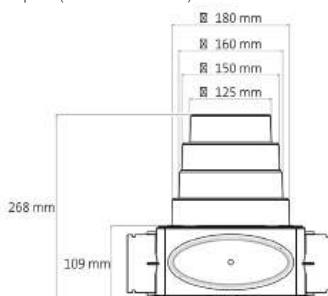
### 5 CAJA DE DISTRIBUCIÓN 206 / 6 CONEXIONES Ø75

Ref. : SZ188644



#### INCLUIDOS

6 reductores de caudal (Ref.SZ188564)  
3 tapas (Ref. SZ188563)



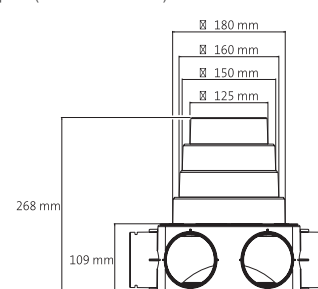
### 6 CAJA DE DISTRIBUCIÓN 208 / 8 CONEXIONES Ø75

Ref.: SZ188646

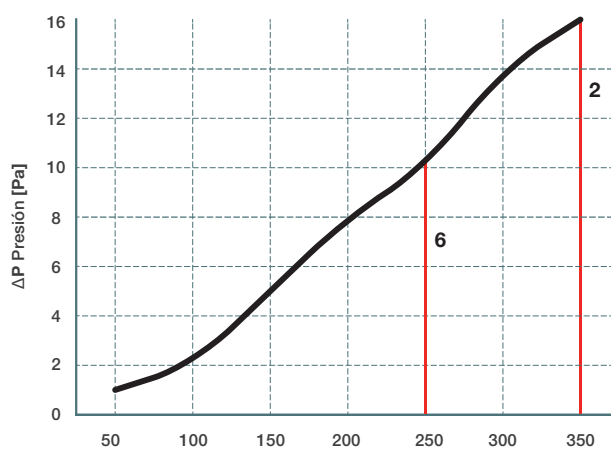
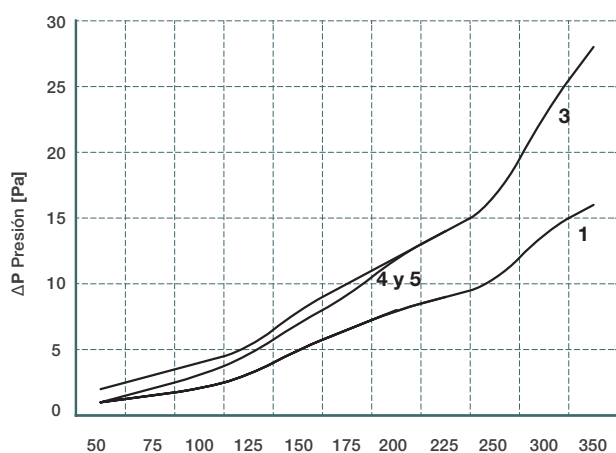


#### INCLUIDOS

8 reductores de caudal (Ref.SZ188564)  
4 tapas (Ref. SZ188563)







	SZ188630	SZ188631	SZ188633	SZ188642 SZ188644	SZ188646
QV m³/h	ΔP [Pa]				
50	1	1	1	1	1
75	1,5	1,5	2	1,5	1,5
100	2	2	3	2	2
125	3	3	4,5	3	3
150	5	5	7	5	5
175	6,5	6,5	9	6,5	6,5
200	8	8	12	8	8
225	9	9	14	9	9
250	10	10	16	10	10
300	14	14	23		
350	16	16	28		

PARA ADAPTAR A Ø90:



**ADAPTADOR (Ø90)**

Ref. : SZ188553

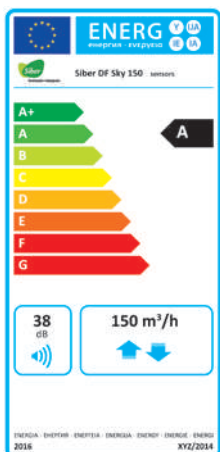
PARA ADAPTAR A  
SISTEMA RED ESPINA



**ADAPTADOR SISTEMA RED ESPINA**

Ref. : RP100/80NES

# SIBER® DF SKY 1



## Tecnología

Ventilación mecánica controlada Doble Flujo de **caudal constante**

## Sistema

Individualizado

## Proyectos

Obra nueva o reforma

## Edificios

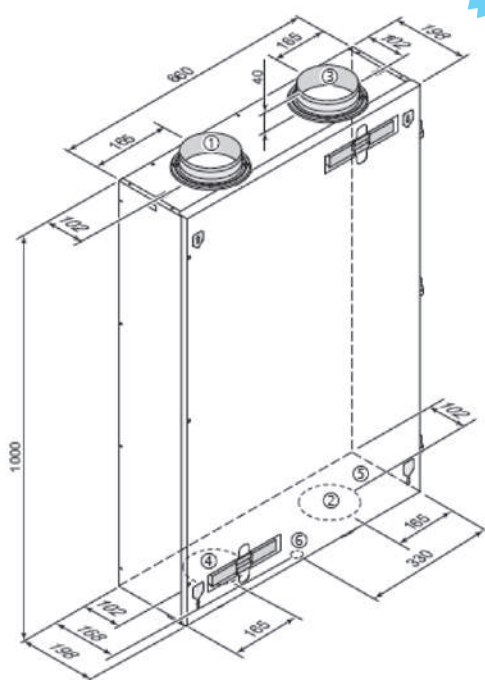
Plurifamiliar o unifamiliar

## Caudal

máx. 150 m³/h



## DIMENSIONES



La altura  
más reducida  
del mercado  
(21cm)

1. Insuflación aire nuevo hacia la vivienda
2. Expulsión aire viciado hacia el exterior
3. Extracción de aire viciado de la vivienda
4. Toma de aire nuevo del exterior



5. Conexiones eléctricas
6. Conexión de la evacuación de condensados

- ✓ Rendimiento térmico elevado, hasta el 95%
- ✓ Certificado PHI
- ✓ Ventiladores "patentados" caudal constante
- ✓ Bajo consumo (motores EC)
- ✓ Funcionamiento silencioso
- ✓ Protección anti-hielo inteligente
- ✓ By-pass 100% automático
- ✓ Alarma ensuciamiento filtros (Air Control)
- ✓ Control domótico con versión Plus
- ✓ Fácil puesta en marcha "Plug and Play"
- ✓ Compacto, poco volumen
- ✓ Montaje en falso techo y en pared
- ✓ Varias posibilidades de control

## COMPLEMENTOS CONTROL

AIR  
CONTROL



SENSOR  
CO<sub>2</sub> eBus



SONDA  
HÚMEDA



Ver más complementos en la página 198

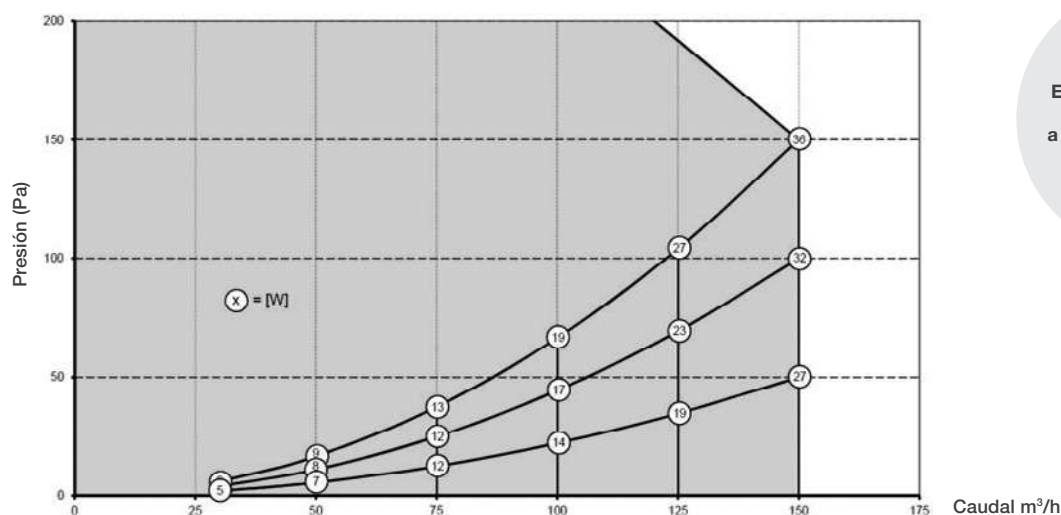


## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

SIBER® DF SKY 1					
Tensión de alimentación (V/Hz)	230V/50				
Grado de Protección	IP30				
Dimensiones (l x h x p) (mm)	1000 x 660 x 198				
Diámetro de conexión (mm)	Ø125				
Diámetro exterior de evacuación de condensados (mm)	3/4"				
Peso (kg)	24,5				
Clase de filtro	G4				
Posición ventilador (de serie) – Mando multicontrol					Max
Selector de 4 posiciones encastrable		1	2	3	
Caudal de ventilación (m³/h)	30	75	100	125	150
Presión máx. admisible (Pa)	2 - 6	13 - 38	22 - 66	35 - 105	50 - 150
Potencia absorbida (W)	11 - 12	19 - 27	27 - 37	38 - 52	53 - 72
Intensidad absorbida (A)	0,14-0,15	0,20-0,28	0,27-0,35	0,36-0,47	0,49-0,64
Intensidad máxima absorbida (con batería pre-calentamiento en marcha)(A)	2,4				
Cosφ	0,34	0,42	0,44-0,47	0,46-0,48	0,47-0,49

Nivel acústico SIBER® DF SKY 1												
Caudal de ventilación (m³/h)			45			75			105		150	
Nivel acústico Lw (A)	Presión estática (Pa)		10	50	100	25	50	100	50	100	50	100
	Irradiación caja (dB(A))		24	33	39	33	35	40	38	41	44	45
	Conducto de extracción (dB(A))		27	36	42	34	37	42	40	43	46	47
	Conducto de insuflación (dB(A))		41	49	58	50	53	57	57	60	62	64

## CURVA CARACTERÍSTICA



## THERMATEX Schlicht (Liso)

AMF THERMATEX Schlicht (Liso) impresiona por su discreto y sencillo acabado liso.

### SISTEMA

- C** Sistema Perfil Visible
- F** Sistema Panel Pasillo
- I** Sistema Panel
- A** Sistema Perfil Oculto

### Formato

- 600 x 600 mm,**  
Formato panel bajo consulta

### Espesor / Peso

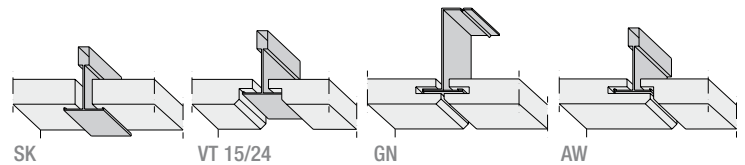
- 15 mm (aprox. 4,5 kg/m²)**  
**19 mm (aprox. 5,7 kg/m²)**

### Color

- Blanco tipo RAL 9010**

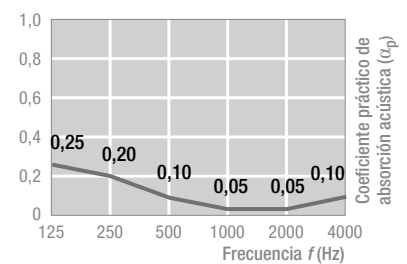
### Cantos

- SK, VT 15/24, GN, AW**



### DATOS TÉCNICOS

Material clase	<b>A2-s1,d0</b> según EN 13501-1
Resistencia al Fuego	<b>F30-F120</b> según DIN 4102 parte 2 (según el certificado)
Absorción acústica	<b>EN ISO 354</b> $\alpha_w = 0,10(L)$ según EN ISO 11654 NRC = 0,10 según ASTM C 423
Aislamiento Acústico	<b><math>D_{n,c,w} = 34</math> dB</b> según EN 20140-9 (15 mm espesor, según el certificado) <b><math>D_{n,c,w} = 38</math> dB</b> según EN 20140-9 (19 mm espesor, según el certificado)
Reflexión a la luz	<b>ultra blanco</b> tipo RAL 9010 reflectante hasta un 92%
Conductividad térmica	<b><math>\lambda = 0,052 - 0,057</math> W/mK</b> según DIN 52612
Estabilidad a la humedad	<b>hasta 95% Humedad Relativa</b>
Clasificación de salas blancas	<b>ISO - Clase 4</b> (según ISO 14644-1) <b>Clase 10</b> (según US Fed. Std. 209E)



Blue Angel para los productos AMF  
**THERMATEX**  
**ACOUSTIC RANGE**

Knauf AMF Sistemas de Techos S.L.

Gran Vía 43, 2° A

E - 28013 Madrid

Tel: (0) 91 - 541 34 20 - Fax: (0) 91 - 542 10 05

info@amfsistemasdetechos.com - www.amfceilings.com

Debido a diferencias de color y calidad en la impresión del catálogo pueden darse desviaciones el producto original.

Una elección de producto vinculante debería ir siempre acompañada de una muestra original. Todos los datos e indicaciones técnicas aparecidas en este catálogo u otras publicaciones relacionadas a Sistemas de Techos AMF, de basan en los resultados de pruebas realizadas en laboratorios. El cliente tiene la responsabilidad de determinar si estos datos e informaciones son adecuados a las aplicaciones específicas previstas. Todos los datos referentes al sistema corresponden a la situación actual de la técnica, los cuales requieren la utilización exclusiva de los productos AMF y las piezas del sistema, cuya ajustada interacción está contrastada con pruebas internas y externas.

En el caso de combinación con productos o piezas de sistemas ajenos a AMF queda excluida cualquier garantía o responsabilidad. Además hay que tener en cuenta que no se deben instalar materiales con diferentes series de producción (Fecha / Nr. de producción).

AMF se reserva el derecho de modificaciones técnicas sin advertencia previa. Se aplicarán nuestras condiciones generales de venta y suministro.

Este catálogo anula cualquier otro anterior. AMF no será responsable de aquellos errores de imprenta que puedan darse.

## **12.2. ANEXOS: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE A.C.S.**

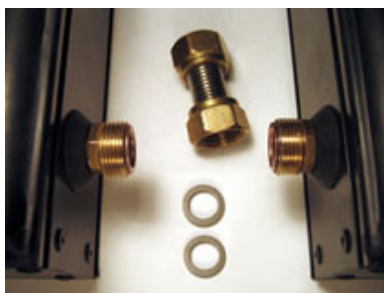


## Captadores

Los captadores solares planos SACLIMA modelo "E-21" y "L-21", son captadores adaptados para todos los climas. Es robusto y duradero. Probado y garantizado en las condiciones extremas de la norma EN 12975.

Perfilería de aluminio anodizado, vidrio de bajo contenido en hierro y junta EPDM garantizando la estanqueidad del captador, le confieren a los captadores una larga duración. Garantía de los captadores 10 AÑOS.

El material del absorbedor con recubrimiento Almeco-Tinox, actúa como una superficie altamente selectiva optimizado para transformar prácticamente toda la radiación solar incidente en calor y evitar que éste una vez generado se pierda en forma de radiación infrarroja. El fluido caloportador circula a través de tubos de cobre, los cuales están soldados al absorbedor por soldadura laser, capturando todo el calor. El absorbedor está cubierto por el cuerpo del colector el cual está bien aislado para resistir altas temperaturas. El aislante lana de roca puede soportar alto nivel de temperaturas.



## Uniones metálica flexibles

Un innovador sistema de conexiones facilita la instalación y la unión de los captadores. Esta conexión flexible de los captadores facilita la instalación y le permite sencillamente conectarlos hasta baterías de diez colectores en paralelo. Se fabrican en acero inoxidable flexibles de forma que se garantiza la estanqueidad y la absorción de las dilataciones térmicas del conjunto.

La carcasa del colector presenta en la parte posterior unos agujeros de ventilación para prevenir condensaciones que puedan ocurrir dentro del colector.

El montaje del colector en vertical: integrado, cubierta plana e inclinada.

## E-21

Dimensiones	mm	1988X1041X90
Peso en Vacío	Kg	37,2
Capacidad primario	Lit.	1,7
Superficie total	m <sup>2</sup>	2,07
Superficie de apertura	m <sup>2</sup>	1,92
Rendimiento		0,785
Contraseña de certificación		NPS-10013

## L-21

Dimensiones	mm	1990X1222X91
Peso en Vacío	Kg	44
Capacidad primario	Lit.	1,7
Superficie total	m <sup>2</sup>	2.43
Superficie de apertura	m <sup>2</sup>	2.23
Rendimiento		0.785
Contraseña de certificación		NPS-46613

## CARCASA

Material Aluminio 6603-60 (AlMgSiO5) según norma EN 12975-1-2

## ABSORBEDOR

Tipo		Parrilla de tubos
Material tubo/aleta		cobre
Ø Colector sup./inf.	mm	18/22/24
Presión máxima	bar	10
Acabado absorbedor		Almeco-Tinox
Área total	m <sup>2</sup>	2,07
Área de apertura	m <sup>2</sup>	1,92
Caudal recomendado	Lit./hm <sup>2</sup>	50-60
Pérdida de carga	mm.c.a	16 (Tª amb. y 2 l/min)
Espesor	mm	0,40
Absorbancia	%	95
Reflectancia	%	3
Soldadura		Laser

## AISLAMIENTO

Material		Lana de roca
Espesor	mm	40
Conductividad Térmica	W/(mk)	0,037

## RACORES UNIÓN

Tipo		Flexible metálica en acero inoxidable
Diámetro ext. unión	mm	18/22/24
Longitud unión	mm	40
Distancia entre captadores	mm	66

## CRISTAL

Tipo		Vidrio templado bajo en hierro
Espesor	mm	4
Transmitancia del vidrio	%	91

## RENDIMIENTO

Norma		UNE EN 12975
Rendim. Óptico		0,785
a <sub>0</sub>	W/m <sup>2</sup> °C	3,722
a <sub>1</sub>		0,012
Tª de estancamiento	°C	203



Ensayado y testado por el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial INTA



# DPV/I/ES - DPV/IBR/ES

DPV/I/ES - DPV/IBR/ES PARA A.C.S.

La elección del profesional



- Integrable en todo tipo de instalaciones
- Rapidez de acumulación con suministro abundante y continuo
- Alta eficiencia para lograr costes reducidos de funcionamiento
- Higiene total
- Larga duración sin corrosión
- Sencillez de instalación



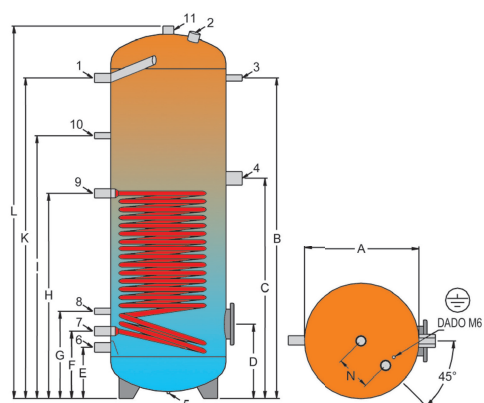
Acumulador de 1 serpentín de acero de carbono, equipado con protección anódica, tratamiento interno de vitrificación según normativas DIN 4753-3 y UNE 10025.

Aislamiento: Poliuretano rígido de 50 o 70 mm de grosor (mod. 150-600), poliuretano blando 100 mm (mod. 800-2000).

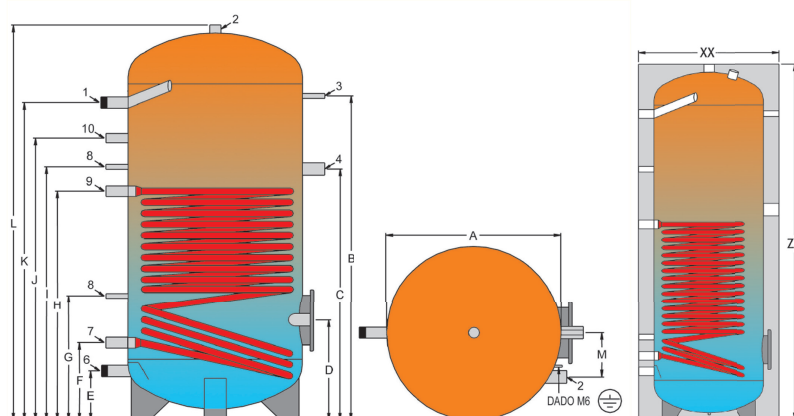
## DIMENSIONES

	150	200	300	400	500	600	800	1000	1500	2000
A	500	500	500	650	650	650	790	790	1000	1100
B	775	1000	1390	1195	1425	1695	1500	1830	1820	2000
C	655	810	955	835	960	1065	980	1220	1350	1540
D	330	320	320	365	365	365	470	470	515	550
E	220	220	220	265	265	265	240	240	280	260
F	300	290	290	345	345	345	365	380	415	520
G	385	375	375	440	440	440	565	600	575	730
H	620	750	890	795	880	985	905	1120	1255	1430
I	695	835	1165	960	1170	1340	1233	1495	1375	1600
J	-	-	-	-	-	-	1400	1660	1530	1750
K	765	975	1390	1185	1415	1685	1500	1830	1870	1990
L	990	1215	1615	1475	1705	1975	1810	2140	2120	2405
M	-	-	-	-	-	-	200	200	230	230
N	150	150	150	150	150	150	-	-	-	-

DPV/I/ES 150 - 600



DPV/I/ES 800 - 2000





## TIPO DE CONEXIÓN

		150 - 600	800 - 1000	1500 - 2000
1	Salida de agua caliente	1"	1" 1/4	1" 1/2
2	Ánodo	1" 1/4	1" 1/2	1" 1/2
3	Termómetro - Sonda	1/2"	1/2"	1/2"
4	Resistencia eléctrica	1" 1/2	1" 1/2	1" 1/2
5	Conexión bancada (ciega)	1/2"	-	-
6	Entrada de agua fría	1"	1" 1/4	1" 1/2
7	Retorno de serpentín	1"	1" 1/4	1" 1/4
8	Termostato	1/2"	1/2"	1/2"
9	Impulsión de serpentín	1"	1" 1/4	1" 1/4
10	Recirculación	1/2"	1"	1"
11	Salida de agua caliente	1" 1/4	1" 1/2	1" 1/2

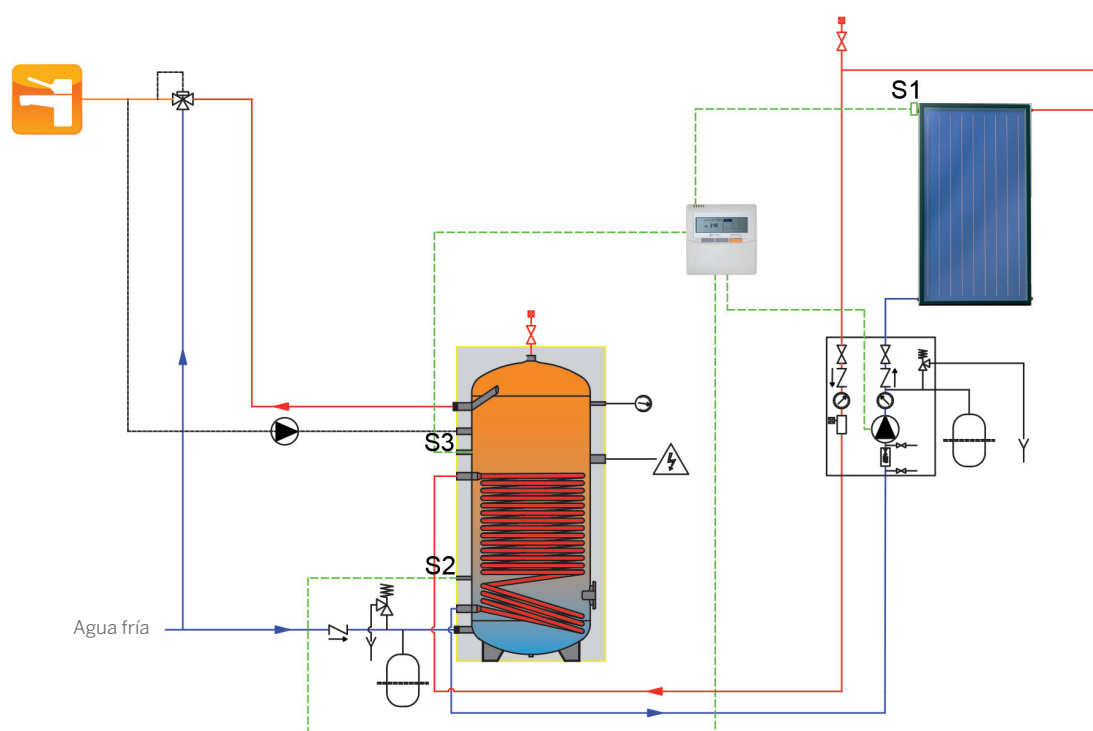
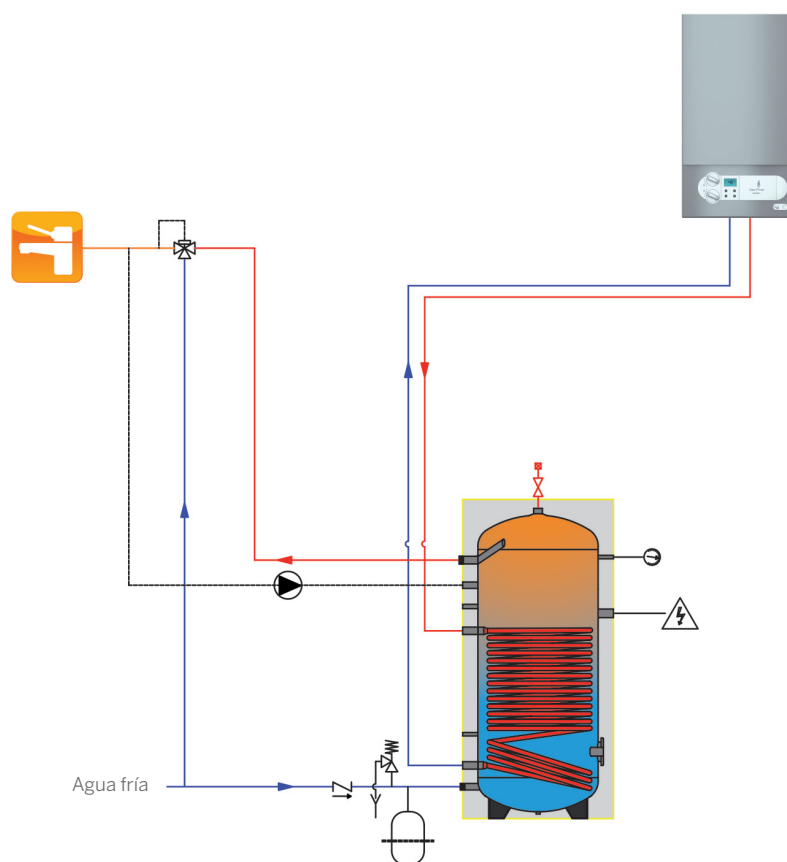
## DATOS TÉCNICOS

		150	200	300	400	500	600	800	1000	1500	2000
Capacidad	l.	160	196	273	400	475	560	738	930	1390	1950
Clase de energía - Dispersión de PU rígida inyectada rígida	50 mm	B 55 W	C 67 W	C 85 W	C 105 W	C 112 W	C 120 W	-	-	-	-
Clase de energía - Dispersión de PU rígida inyectada rígida	70 mm	A 40 W	B 51 W	B 63 W	B 74 W	B 80 W	B 85 W	-	-	-	-
Clase de energía - Dispersión Flex PU	100 mm	-	-	-	-	-	-	C 130 W	C 142 W	C 162 W	C 186 W
Altura total con aislamiento	ZZ mm	990	1215	1615	1475	1705	1975	1875	2205	2185	2470
Altura máxima en enderezamiento	mm	1170	1375	1735	1700	1900	2150	1900	2200	2280	2580
Acumulador de aislamiento 50 mm PU rígido inyectado	XX Ø mm	600	600	600	750	750	750	-	-	-	-
Acumulador de aislamiento 70 mm PU rígido inyectado	XX Ø mm	640	640	640	790	790	790	-	-	-	-
Acumulador con aislamiento Flex	XX Ø mm	-	-	-	-	-	-	990	990	1200	1300
Intercambiador inferior	m²	1,0	1,5	1,8	1,9	2,2	2,5	2,7	3,5	3,6	4,3
Cont. agua serpentín	l.	5,7	8,6	10,4	11,0	12,7	14,3	15,4	21,0	21,0	26,0
Potencia absorbida	KW	24	36	44	46	55	63	68	88	94	112
Caudal necesario para el serpentín	m³ / h	1,0	1,6	1,9	2,0	2,4	2,7	2,9	3,8	4	5
Producción de agua sanitaria 80°/60°C - 10°/45°C (DIN 4708)	m³ / h	0,6	0,9	1,1	1,1	1,4	1,5	1,7	2,1	2	3
Pérdidas de carga	mbar	12	40	70	80	131	192	240	518	610	832
Coeficiente (DIN 4708)	NL	3,0	5,1	6,3	6,5	13,7	15,7	17,0	29,3	31	37
Brida	WW Ø mm	180/120						290/220			
	WW DN Ø mm	-						480/400			
Peso vacío	Kg	70	90	115	140	155	190	215	245	325	410
Presión máx. de funcionamiento del sanitario	bar	10								8	
Presión máx. de funcionamiento del intercambiador	bar	10									
Temperatura máx. de funcionamiento del acumulador	°C	95									

# ESQUEMA DEL SISTEMA

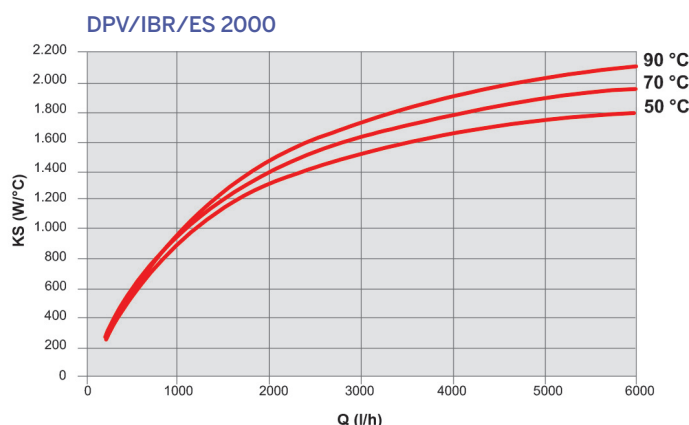
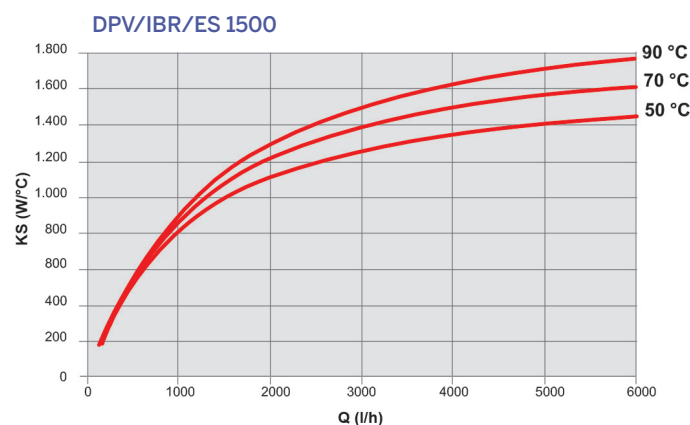
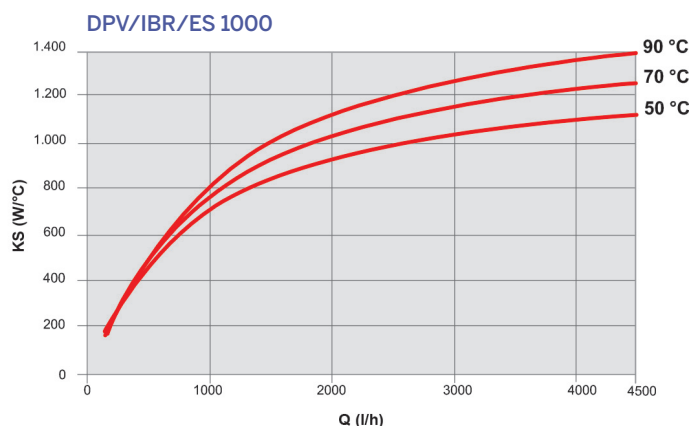
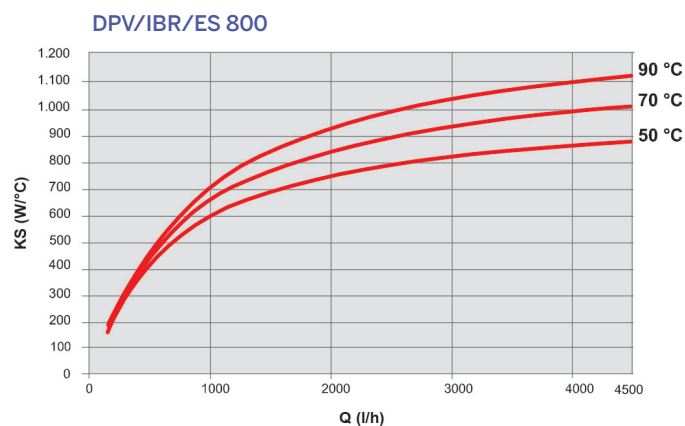
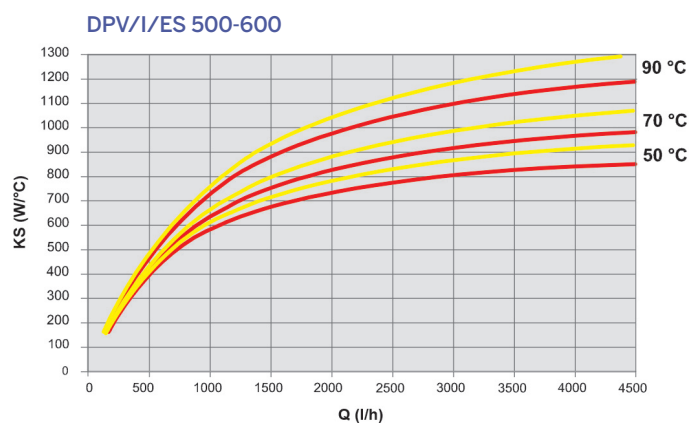
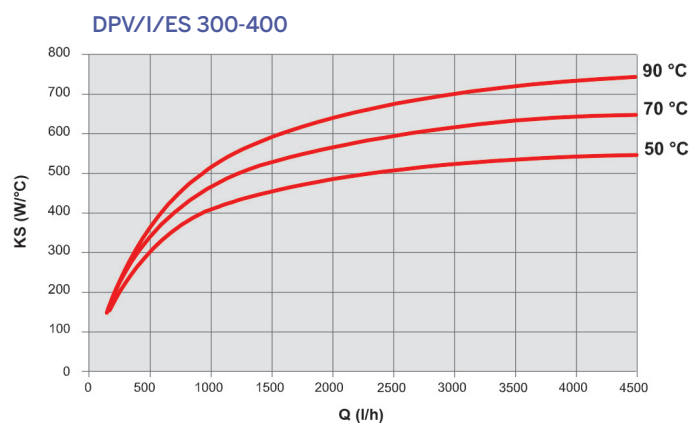
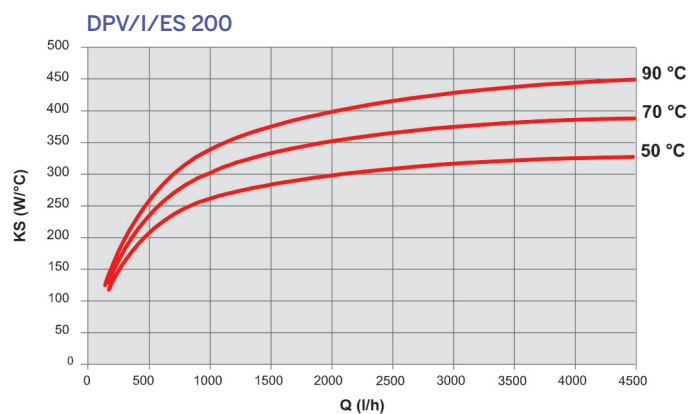
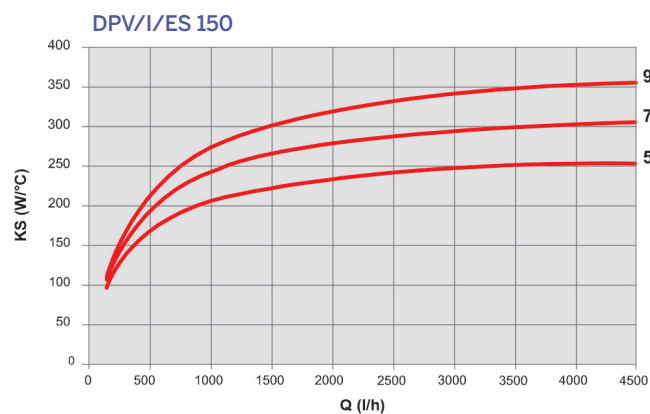
## ¡OJO!

Esquemas orientativos, puede haber elementos que falten.



## DIAGRAMAS DE RENDIMIENTO ESPECÍFICO

EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA DE ENTRADA EN EL INTERCAMBIADOR



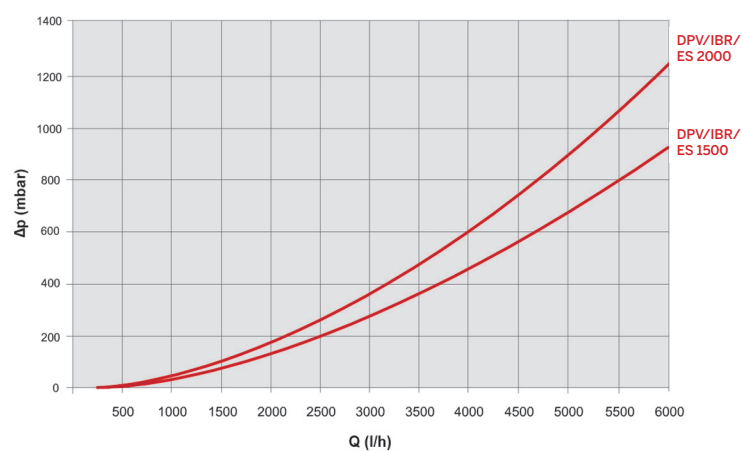
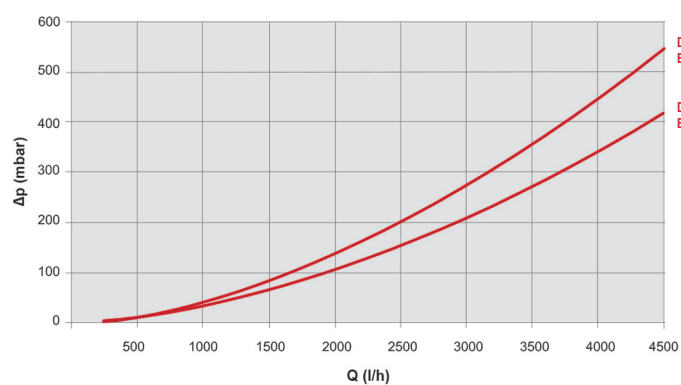
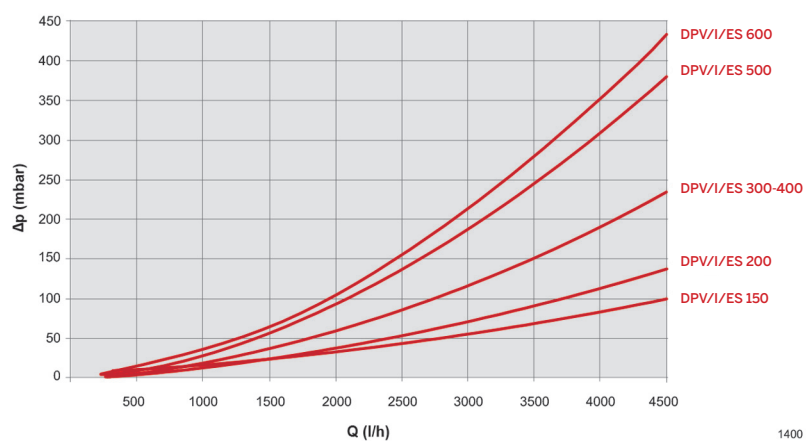
Cálculo de potencia transmitida a la acumulación (**q**)

**q**  $q = KS \cdot (T_i - T_a)$  W

**T<sub>i</sub>** Temperatura de entrada en el intercambiador

**T<sub>a</sub>** Temperatura media entre la temperatura superior e inferior del depósito

## PÉRDIDA DE CARGA SERPENTÍN



# SMF / SMR

## Vasos de expansión de membrana Sistemas cerrados de energía solar

- Membrana especial que soporta picos de temperatura de hasta 130° C durante una hora
- Para mayor seguridad se recomienda instalar un vaso intermedio disipador de temperatura (pag.33)
- Conexión de agua cincada (De 5 a 100 litros) y de latón (De 220 a 1000 litros)
- Temperatura: -10° C +100° C
- Aptos para uso de anticongelantes hasta el 50%
- Pintura epoxi blanca
- Precarga de aire: 2,5 bar
- Certificado CE, conforme a la Directiva 97/23/CE



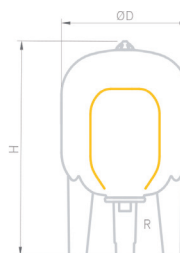
### Modelos sin patas 8 - 10 bar (membrana no recambiable)

Peso (Kg)	Código	Modelo	Capacidad (Lt)	Presión Máx. (bar)	Dimensiones		R Conexión agua
					Ø D (mm)	H (mm)	
0,8	02002070	2 SMF	2	10	110	245	3/4"
2	02005070	5 SMF	5	10	200	250	3/4"
2,5	02008070	8 SMF	8	10	200	340	3/4"
3,2	02012070	12 SMF	12	10	270	310	3/4"
4	02018070	18 SMF	18	10	270	415	3/4"
4,5	02024070	24 SMF	24	8	320	430	3/4"



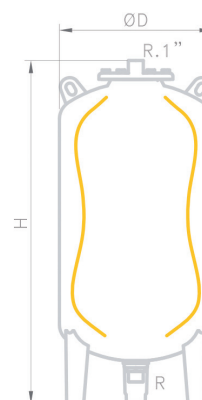
### Modelos con patas 10 bar (membrana recambiable)

Peso (Kg)	Código	Modelo	Capacidad (Lt)	Presión Máx. (bar)	Dimensiones		R Conexión agua
					Ø D (mm)	H (mm)	
10	01035070	35 SMR-P	35	10	360	615	1"
12	01050070	50 SMR-P	50	10	360	750	1"
16	03080070	80 SMR-P	80	10	450	750	1"
18	03100070	100 SMR-P	100	10	450	850	1"



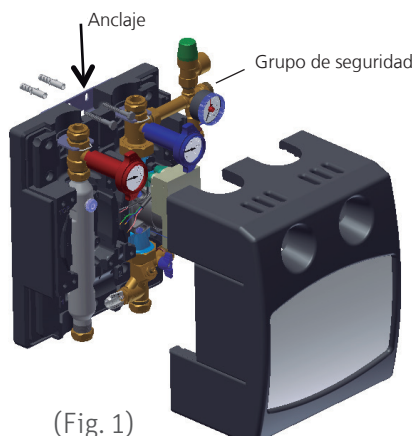
### Modelos con patas 10 bar (membrana recambiable)

Peso (Kg)	Código	Modelo	Capacidad (Lt)	Presión Máx. (bar)	Dimensiones		R Conexión agua
					Ø D (mm)	H (mm)	
49	03200070	220 SMR	200	10	485	1400	1 1/2"
60	03300070	350 SMR	300	10	485	1965	1 1/2"
90	03500070	500 SMR	500	10	600	2065	1 1/2"
158	03700070	700 SMR	700	10	700	2145	1 1/2"
274	03910070	1000 SMR	1000	10	800	2375	1 1/2"

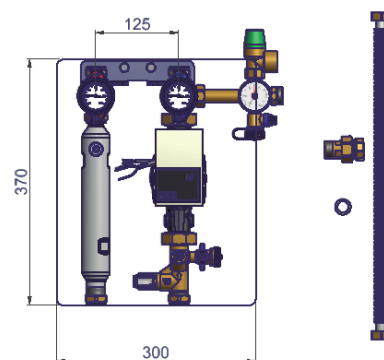


# Instrucciones de instalación

## Grupo hidráulico solar E<sup>x</sup> 25/7,5



(Fig. 1)



(Fig. 2)

– dimensiones en mm –

### Montaje del grupo hidráulico

- > Desmonte la carcasa aislante delantera del grupo hidráulico.
- > Marque los puntos de anclaje del grupo hidráulico en la pared.
- > Perfore en la pared los agujeros para los tacos de fijación incluidos en el embalaje.
- > Fije con los tornillos el grupo hidráulico a la pared y compruebe que está firmemente sujeto y no permite movimientos hacia adelante.
- > Conecte el grupo de seguridad incluido en el embalaje como aparece en Fig.1, utilizando el racor de unión G 3/4" y la junta plana.
- > Conecte el grupo hidráulico a las tuberías del circuito solar.
- > Después de llenar el circuito solar, compruebe que no existen fugas y coloque la carcasa aislante delantera del grupo hidráulico.
- > **Par de apriete conexiones con junta plana ReinzAFM34 de 2mm:**  
 3/4" → 35 Nm  
 1" → 55 Nm  
 1 1/4" → 90 Nm  
 1 1/2" → 130 Nm
- > Debido al asentamiento de las juntas, pasado un tiempo tras la instalación, puede ser necesario volver a apretar los racores.

### Especificaciones técnicas

Max. temperatura de trabajo:	120°C (160°C puntualmente).
Min. temperatura de trabajo:	20°C.
Max. presión de trabajo:	10 bar.
Precisión del caudalímetro:	±10%.
Bomba de impulsión:	Wilo Yonos Para ST25/7,5.

### Materiales

Fittings:	Latón prensado Ms58.
Tuberías de conducción:	Tuberías de precisión.
Caudalímetro:	Material plástico resistente a los impactos y la temperatura.
Muelle del caudalímetro:	Acero inoxidable.
Carcasa aislante:	EPP, varias piezas.

### Montaje de las uniones

- > Corte el tubo de cobre en ángulo recto usando un cortatubos adecuado y elimine las rebabas de los bordes del tubo.
- > Inserte el racor en el tubo y después el anillo opresor o la pieza de unión (según diámetro del tubo):

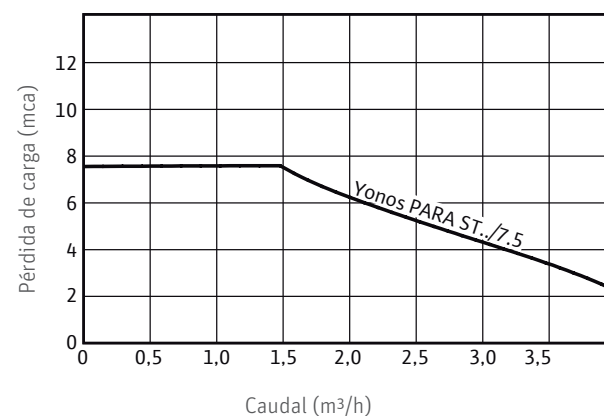


- > Inserte el tubo cortado y escariado hasta el fondo de la conexión roscada, y apriete el racor de unión primero con la mano y después con una llave SW30 (aprox. 45 Nm).
- > Conecte un tubo en la salida de la válvula de seguridad que desemboque en un pequeño depósito de almacenamiento (puede utilizar el bidón de aditivo por ejemplo). De esta manera, si hubiera un mal funcionamiento del sistema y el fluido saliera por la válvula de seguridad, éste quedaría recogido y podría reutilizarse.

### Conexiones para llenado y vaciado

- > El grupo de seguridad y el caudalímetro incorporan llaves para la limpieza, prueba de presión y llenado/vaciado del circuito solar.

### Curva característica de la bomba

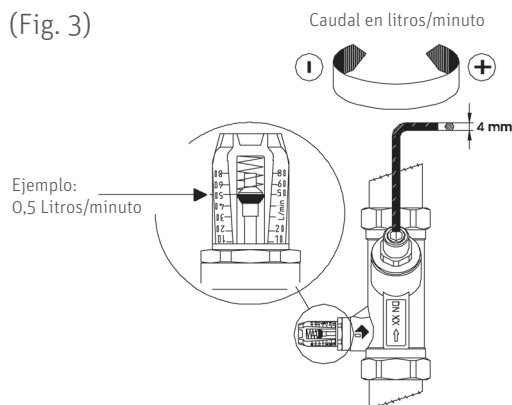


# Instrucciones de instalación

## Grupo hidráulico solar E<sup>x</sup> 25/7,5

### Ajuste de caudal

(Fig. 3)



#### Ajuste del caudal

> En la parte inferior del grupo hidráulico se encuentra el caudalímetro (Fig.3) con el que se debe ajustar el caudal del circuito solar en función del tamaño de la instalación. Para su ajuste, utilizar una llave allen de 4mm.

> El caudal ajustado se ve directamente en la escala de lectura.

#### Ejemplo de ajuste del caudal:

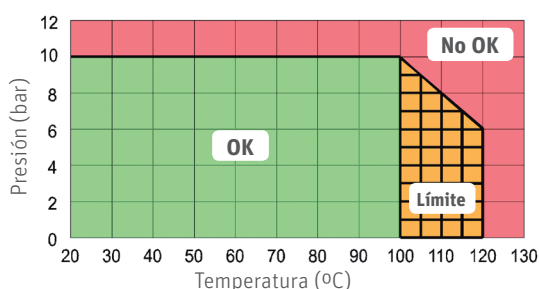
> Para instalaciones solares de hasta 8 captadores Heliostar, ajuste el caudal según este dato: 0,8 litros/minuto por m<sup>2</sup> de captador.

### Presiones y temperaturas

- > La presión del circuito solar en funcionamiento debe ser de 2 bar.
- > La válvula de seguridad viene tarada de fábrica a 6 bar.

#### Importante

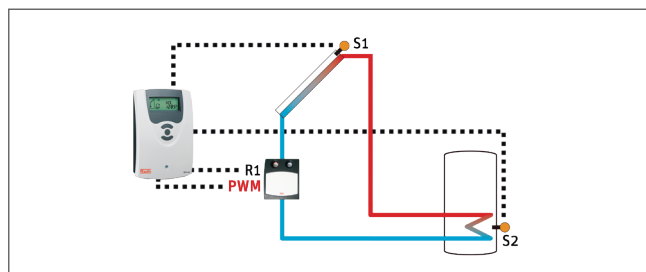
La siguiente tabla muestra los valores de presión y temperatura que soporta el sistema solar.



### Conexión eléctrica

#### Importante:

Este grupo hidráulico incorpora una bomba de alta eficiencia modelo Wilo Yonos Para ST 25/7,5 que recibe el ciclo de trabajo desde un regulador solar externo con salida PWM2 (todos nuestros reguladores modelo E<sup>x</sup> ya incorporan esta salida).



### Válvulas antiretorno

(Fig. 4)



0° = Posición de trabajo  
(válvula antiretorno  
funcionando)

45° = Posición llenado  
(válvula abierta)

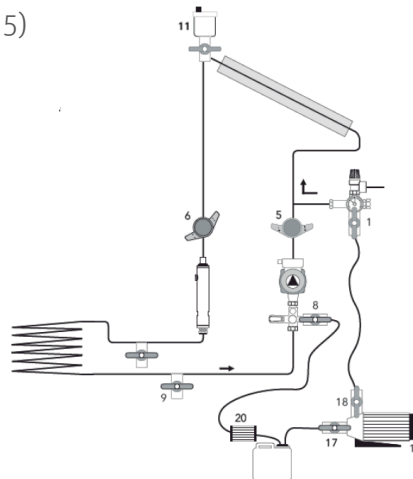
90° = válvula cerrada

#### Posición de las válvulas (Fig. 4)

> Durante el funcionamiento normal de la instalación, las válvulas deben estar en posición 0°.

### Limpieza, prueba de presión y llenado

(Fig. 5)



#### > Procedimiento de limpieza y prueba de presión (Fig. 5) (es necesaria una bomba de llenado externa y un filtro)

- Abrir válvula 6 (45°) y cerrar válvula 5 (90°).
- Cerrar válvula 11.
- Abrir las válvulas de llenado / vaciado (1 y 8).
- Activar bomba 19.
- Introducir agua al circuito, hacerla circular para limpiarlo.
- Para comenzar la prueba de presión:
- Mientras circula el agua, abrir las válvulas 5 y 6 (45°).
- Mantener cerrada la válvula 11.
- Cerrar la válvula de llenado/vaciado inferior (8)
- Cerrar la válvula del vaso de expansión.
- Al llegar a la presión de ensayo (4bar) cerrar la válvula 1 y parar la bomba
- Dejar el sistema en reposo durante al menos una hora para comprobar que no disminuye la presión, y por lo tanto no hay ninguna fuga.
- Vaciar la instalación para eliminar las impurezas que pudieran quedar.

#### > Llenado y purga de aire (Fig. 5)

- Preparar la mezcla agua + aditivo (al 30%) en un recipiente adecuado.
- Abrir válvula 6 (45°) y cerrar válvula 5 (90°).
- Abrir válvula 11.
- Abrir las válvulas de llenado / vaciado (1 y 8).
- Activar bomba 19 para introducir la mezcla al circuito.
- Hacer circular la mezcla hasta que no salga nada de aire por la manguera de salida. Entonces cerrar válvula 8.
- Al llegar a la presión de trabajo (2bar) cerrar la válvula 1 y parar la bomba.
- Colocar válvulas 5 y 6 en posición de trabajo (0°).
- Activar en modo manual la bomba del grupo hidráulico Ex para sacar el aire por el purgador. Cerrar válvula 11 cuando ya no salga aire.
- Si la presión ha disminuido por la salida de aire, rellenar el circuito.

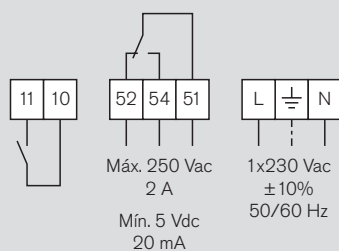
# Bomba monofásica para ACS modelo AMC 40/18-B

Diámetro nominal	DN 40
Descarga H. máx.	18 m
Longitud instalación	250 mm
Conexión bridas	PN 6 a 16
Presión máx. trabajo	16 bar
Temp. fluido	15 a 85 °C
Dureza del agua a 65 °C	Máx. 35 °fH = 20 °dH
Dureza del agua a 85 °C	Máx. 25 °fH = 14 °dH
Temp. ambiente	0 a 40 °C
Presión trabajo necesaria a 75 °C de temp. agua	500 m a. s. l. 0,10 bar
a 85 °C de temp. agua	0,25 bar
Por cada ± 100 m de altitud	± 0,01 bar
Peso	18,1 kg

## Datos eléctricos

Tensión	1x230 V
Frecuencia	50/60 Hz
Potencia P <sub>1</sub>	16 a 594 W
Intensidad	0,18 a 2,63 A
Protección motor	Integrada

## Esquema de conexión



- 11, 10 Señal externa marcha/paro  
52, 54, 51 Señal avería o funcionamiento  
L, PE, N Alimentación de la red

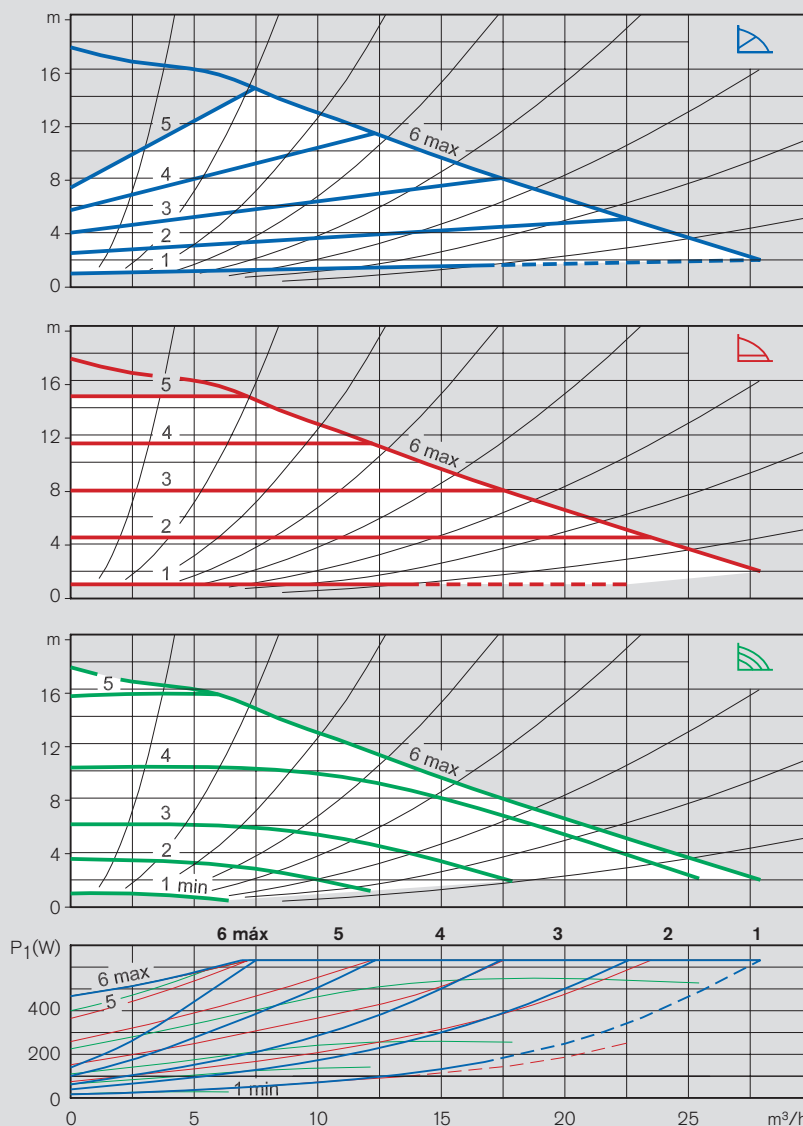
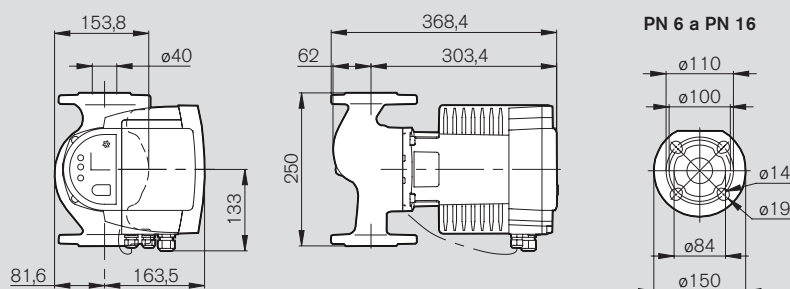
## Contactos

- Mensaje de avería o funcionamiento (conmutable)
- ON/OFF externo (conmutable)
- Límite de potencia (activable)

## Opciones

- Módulo de señal BIM/A2
- Módulo de control BIM/B2
- Módulo de control remoto BIM/R
- Módulo conexión BUS (en desarrollo)
- Módulo de integración energética (en desarrollo)

## Dimensiones en mm





### **12.3. ANEXOS: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE A.F.S.**



# LAVADORA WTE 6511 BW

Blanca

EAN: 8690842127564

Capacidad **6<sup>kg</sup>**

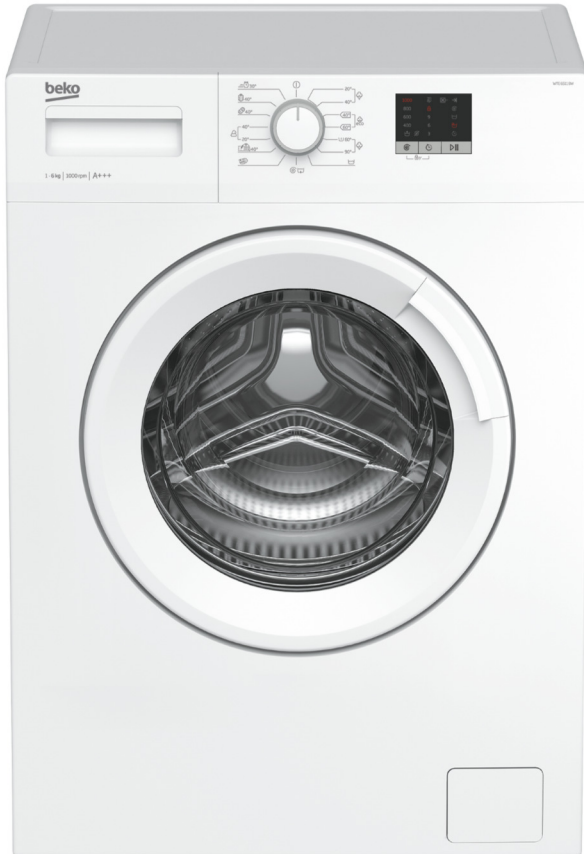
Centrifugado **1000 rpm**

Clase energética **A<sup>+++</sup>**

Ahorro Tiempo **MINI 30**

Lavado del Tambor

Bloqueo de seguridad



Lavadora carga frontal de libre instalación.

Capacidad **6 kg**

Velocidad máxima de centrifugado **1000 rpm**

Eficiencia energética **A+++**

Dimensiones 84 x 60 x 44 cm

## Panel de control

Selección de la velocidad de centrifugado

Seguimiento del programa

Inicio diferido 3 –6 –9 horas

Bloqueo de seguridad de la puerta

## Tecnología avanzada

Sistema **Aquafusion** de sellado de la salida de agua.

Diseño paneles laterales antivibraciones **S-Wall**

Bloqueo de seguridad

## Programas de lavado

1. Algodón 20°
2. Algodón 40°
3. Algodón ECO 40°
4. Algodón ECO 60°
5. Algodón 60° con Prelavado
6. Algodón 90°
7. Aclarado
8. Centrifugado y vaciado
9. Lavado del Tambor
10. Plumíferos
11. Sintéticos 20°
12. Sintéticos 40°
13. **Lana**/Lavado a mano
14. Camisas 40°
15. **Mini 30**



## LAVADORA WTE 6511 BW

Blanca

EAN: 8690842127564

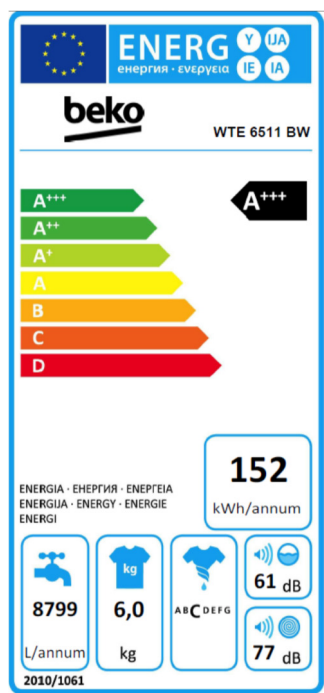
### Características

Dimensiones producto: 84 x 60 x 44 cm  
Peso producto: 55 kg  
Volumen del tambor: 39 litros  
Sistema de ajuste de agua automático  
Control de equilibrio de carga  
Seguridad en desbordamiento (agua y espuma)  
Indicador en caso de no entrada de agua  
Longitud del cable 140 cm  
Ángulo máximo de apertura de puerta 170°  
Potencia de conexión: 1550 W  
Intensidad corriente eléctrica: 10 A  
Tensión: 230V  
Frecuencia: 50Hz  
Certificaciones de homologación: CE, VDE



### Especificaciones Técnicas

Marca	BEKO
Modelo	WTE 6511 BW
Capacidad de carga	6 KG
Clase de eficiencia energética	A+++
Consumo energético anual	152 kWh
<u>Consumo de energía:</u>	
Programa estándar algodón 60°C carga completa	0,86 kWh
Programa estándar algodón 60°C carga parcial	0,54 kWh
Programa estándar algodón 40°C carga parcial	0,52 kWh
Consumo potencia en 'modo apagado'	0,25 W
Consumo potencia en 'modo sin apagar'	0,75 W
Consumo de Agua Anual	8799 litros
Clase de eficiencia de centrifugado-secado	C
Velocidad máxima de centrifugado	1000 rpm
Contenido en humedad remanente	62%
Programa estándar algodón	Algodón Eco 60°C y 40°C
<u>Duración del programa de lavado:</u>	
Estándar algodón 60°C carga completa	250 min
Estándar algodón 60°C carga parcial	195 min
Estándar algodón 40°C carga completa	195 min
Nivel de potencia sonora en el lavado	61 dB
Nivel de potencia sonora en el centrifugado	77 dB



## Crometta

Set de ducha Vario Green 6 l/min con barra de ducha 65 cm

Acabado: **blanco/cromo** ref.: **26555400**

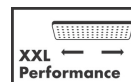


### Descripción

#### Características

- Consiste en: teleducha, barra de ducha, flexo de ducha, control deslizante
- Tipo de chorro: Rain, IntenseRain
- Cabezal Ø 100 mm
- Barra y soportes de barra en cromo
- Caudal 6 l/min aprox. a 3 bar
- Diámetro de barra 22 mm

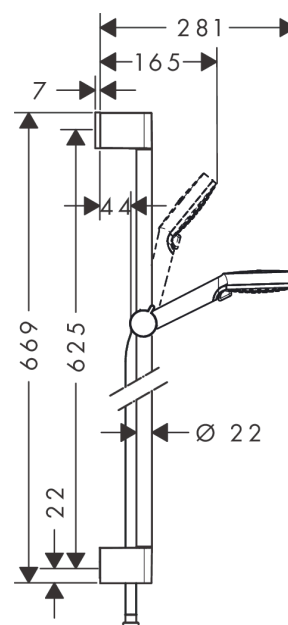
### Tecnología



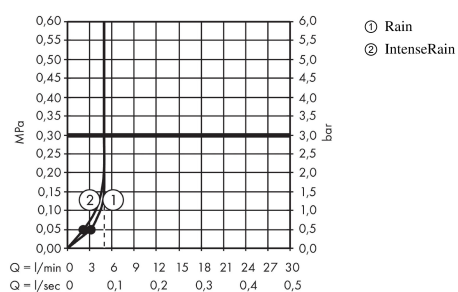
### Ilustración del producto



### Dibujo a escala



### Diagrama de flujo



Los valores de consumo han sido medidos en la práctica con los grifos correspondientes (termostato/mezclador/válvula empotrada).

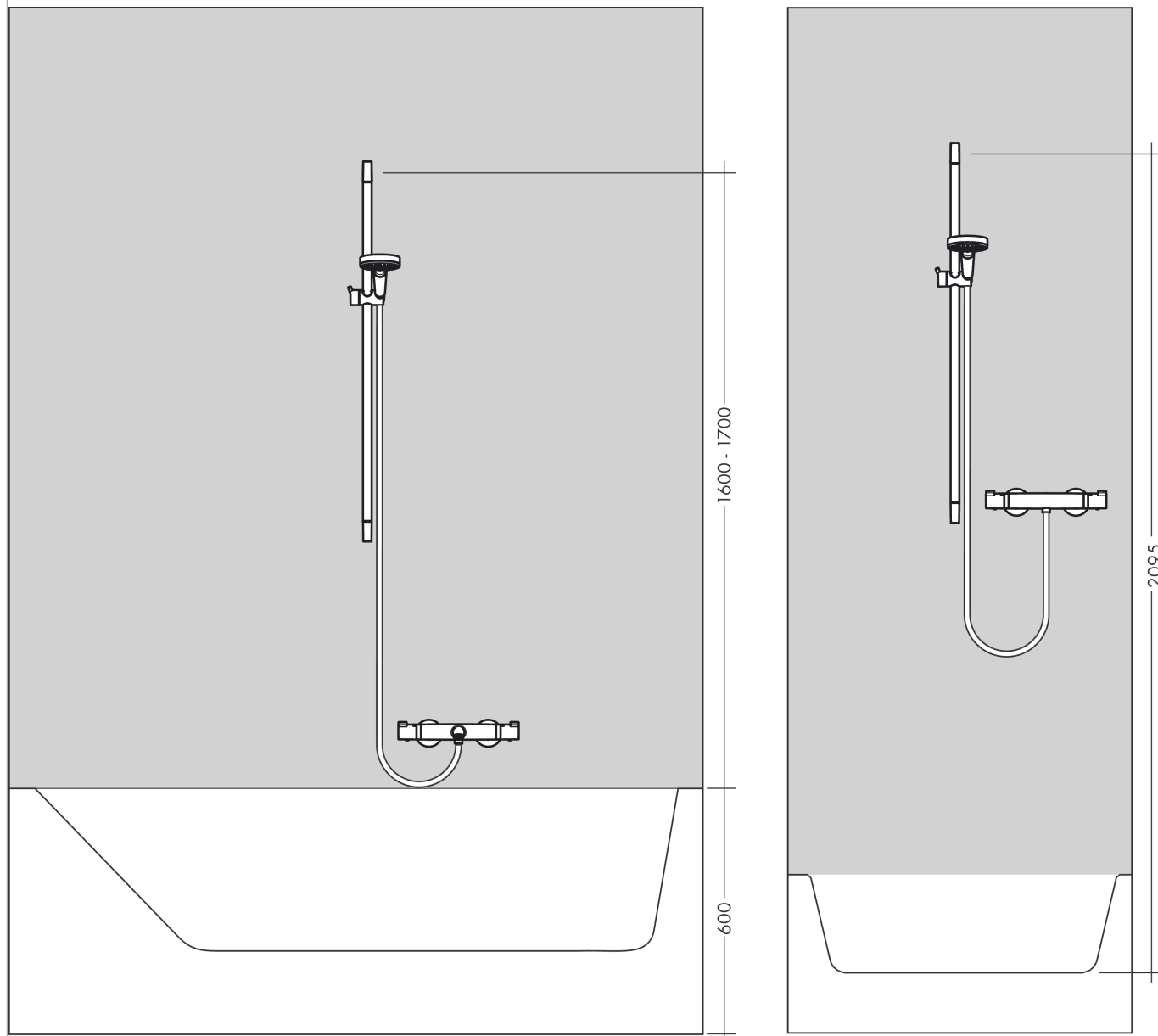
**Crometta**

**Set de ducha Vario Green 6 l/min con barra de ducha 65 cm**

Acabado: **blanco/cromo** ref.: **26555400**



**Ejemplo de instalación**



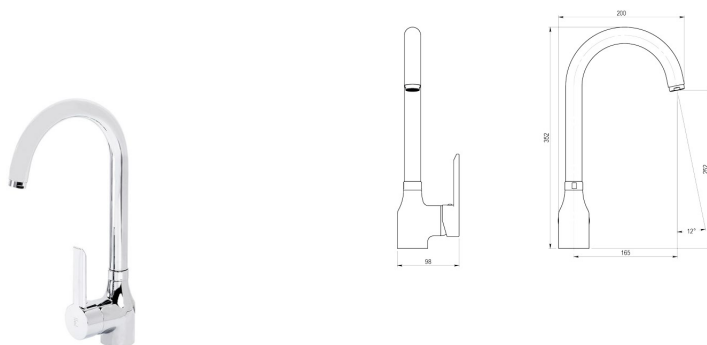
## FICHA TÉCNICA

### KARIM DUE ECO Grifo Cocina

Grifo ecológico monomando de cocina instalación en repisa.

#### REFERENCIAS

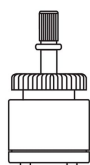
**Ref.: 8894860E:** - Cromo



#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Temperatura admisible de agua: los materiales que componen las piezas de los grifos pueden soportar una temperatura máxima de 70°C. Grifo fabricado en latón con acabado cromado. Presión mínima de uso: 0,5 bar. Accionamiento mediante maneta. Sistema de apertura en frío. Cartucho sellado mezclador con discos cerámicos de diámetro 40 mm. Caudal de 6 l/min de 3 bar y máxima apertura. Suministrado con latiguillos flexibles de 3/8 y longitud de 35 cm.

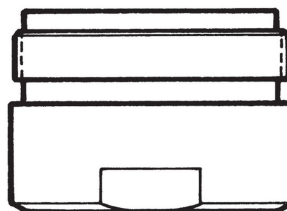
#### RECAMBIOS



Cartucho Eco Meca-40-93 Lavabo-Bidet-Cocina



Maneta Karim Due para Lavabo, Bidet y Cocina



Aireador A-20

#### NORMATIVA

- Certificado ISO 9001.
- Pruebas dimensionales, estanqueidad e hidráulicas. Cumpliendo con el CTE.

- Resistencia a la niebla salina 200 horas, según norma ISO-9227.
- Tratamiento exterior: Niquelado y cromado conforme a la norma EN-248.
- Materiales: El latón empleado en la fabricación de nuestros grifos cumple las normas EN-12164, EN-12165 y EN-1982.
- Diseño acorde a EN 817 Grifería sanitaria. Mezcladores mecánicos (PN 10). Especificaciones técnicas generales.



Sencillamente actual, elegante y sostenible. La serie forma parte de las innovadoras colecciones de grifería Roca que ofrecen apertura frontal en agua fría para un mayor ahorro energético.

### Mezclador monomando para lavabo con cuerpo liso, Cold Start

Mezclador monomando para lavabo con cuerpo liso y enlaces de alimentación flexibles. No incluye desagüe clic-clac. Apertura en agua fría

Acabado: Cromado

Ahorro de agua y energía

Apertura frontal en agua fría

Caudal (l/min a 3 bares): 5

Desagüe no incluido

Enlaces de alimentación flexibles incluidos

Lugar de instalación: Lavabo

Posición del tirador: Superior

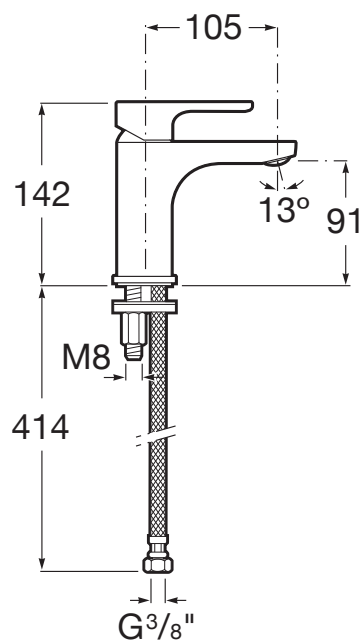
Tipo de aireador: Coin slot

Tipo de cartucho: Cerámico

Tipo de instalación: De repisa



### Dibujos técnicos





## Inspira



### ROUND - Inodoro completo Rimless adosado a pared con salida dual (incluye taza, cisterna de alimentación inferior y tapa amortiguada)

ROUND - Pack inodoro completo de tanque bajo adosado a pared compuesto por taza con salida dual, tanque de alimentación inferior con mecanismo de alimentación y mecanismo de doble descarga 4,5/3L, tapa y asiento de Supralit® con caída amortiguada.

Forma: Redondo

Posición de la toma de agua: Inferior izquierdo  
Rimless

Sistema de descarga: Arrastre

Supralit®

Tipo de instalación: De pie

Tipo de salida: Dual (vario)



Tres formas, múltiples combinaciones, amplias posibilidades. Esta colección de porcelana y mobiliario, que ofrece 3 líneas de diseño -Round (redonda), Soft (de ángulos suaves) y Square (cuadrada)-, perfectamente combinables entre sí, permite dar vida a espacios de baño de todos los estilos.

#### Colores y acabados

Cómo obtener la referencia completa  
Sustituya los ".." en la referencia por el código del acabado deseado de la lista siguiente.



00 Blanco

#### Medidas

Longitud: 370 mm.

Anchura: 645 mm.

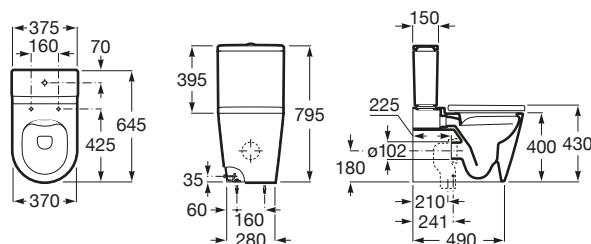
#### Incluye

342526..0 ROUND - Taza Rimless adosada a pared con salida dual para inodoro de tanque bajo

341520..0 Cisterna de doble descarga 4,5/3L con alimentación inferior para inodoro

801522..B ROUND - Tapa y asiento de SUPRALIT® para inodoro con caída amortiguada

#### Dibujos técnicos



# ESTERILIZADORES UV

Esterilizadores de agua mediante radiación U.V. para la esterilización de pequeños y medianos caudales.

- » Modelos SL, HR, S5Q y D4.
  - Cámara de radiación en acero inoxidable AISI-304.
- » Modelos E4, F4, H y K.
  - Cámara de radiación en acero inoxidable AISI-316.
- » Electro pulido exterior en modelos D4, E4 y F4.
- » 2 módulos distintos de control:
  - **Estándar.** Sistema de aviso óptico y acústico de fallo en la lámpara. Timer y aviso sustitución lámpara. Contacto L.T. control E.V. externa. (Cable opcional). En los modelos SL y S5Q algunas funciones no son disponibles.
  - **PLUS.** Adicionalmente incorpora un sensor de intensidad U.V.
- » Vida útil de la lámpara 7.500 horas.

Modelo	Q.Máx.*		Conexión	Potencia (W)
	dosis 30 mJ/cm <sup>2</sup>	dosis 40 mJ/cm <sup>2</sup>		
UV-HR 60	0,2 m <sup>3</sup> /h	-	1/4"	10
UV-SL 1-16	0,6 m <sup>3</sup> /h	-	1/2"	15
VIQUA UV S5Q-PA	1,4 m <sup>3</sup> /h	1,0 m <sup>3</sup> /h	3/4"	30
VIQUA UV-D4	2,7 m <sup>3</sup> /h	2,0 m <sup>3</sup> /h	3/4"	50
VIQUA UV-E4	5,0 m <sup>3</sup> /h	3,6 m <sup>3</sup> /h	1"	83
VIQUA UV-F4	8,2 m <sup>3</sup> /h	6,1 m <sup>3</sup> /h	1"	130
VIQUA UV-H	10,2 m <sup>3</sup> /h	8,4 m <sup>3</sup> /h	1 1/4"	160
VIQUA UV-K	18,1 m <sup>3</sup> /h	13,7 m <sup>3</sup> /h	2"	230

\* Transmitancia 95% UVT

Modelo	Equipo estándar		Serie PLUS		Cat.	Emb.
	Código	PVP/Ud (€)	Código	PVP/Ud (€)		
UV-HR 60	308919	125,00	-	-	D	1
UV-SL 1-16	308902	191,00	-	-	D	1
VIQUA UV S5Q-PA	308903	522,00	-	-	D	1
VIQUA UV-D4	308904	937,00	308907	1.785,00	D	1
VIQUA UV-E4	308905	1.602,00	308908	2.283,00	D	1
VIQUA UV-F4	308906	2.019,00	308909	2.822,00	D	1
VIQUA UV-H	308925	3.092,00	308926	3.630,00	D	1
VIQUA UV-K	308921	7.610,00	308923	8.209,00	D	1



- » Amplia tolerancia en la alimentación eléctrica.
  - Modelos SL y HR 220V
  - Modelo S5Q 100 – 240V
  - Modelos D4,E4,F4, H y K 90 – 265V
- » Presión máxima de trabajo 9 bar.
- » En la elección del modelo es aconsejable considerar el caudal nominal de la tabla.
- » Temperatura ambiente 0° a 50°C.
- » Límites de empleo:
  - Dureza máxima: 9°Hf
  - Cantidad Hierro máx.: 0,3 ppm
  - Cantidad Mn máx.: 0,05 ppm
  - Turbidez máx.: 1NTU
- » Es recomendable instalar una filtración 5 µm previa.

Recambios	Código	PVP/Ud (€)	Cat.	Emb.
Lámpara UV-HR 60	HA500	39,80	D	1
Lámpara UV-SL 1-16	HA052	74,20	D	1
Lámpara VIQUA UV S5Q-PA	S463RL	109,30	D	1
Lámpara VIQUA UV D, D4 y Plus	UV602805	176,80	D	1
Lámpara VIQUA UV E, E4 y Plus	UV602806	191,80	D	1
Lámpara VIQUA UV F, F4 y Plus	UV602807	202,60	D	1
Lámpara VIQUA UV H y Plus	UV602855	395,40	D	1
Lámpara VIQUA UV J, K y Plus	UV602856	473,60	D	1
Tubo Cuarzo UV-HR 60	HA530	15,80	D	1
Tubo Cuarzo UV-SL 1-16	HA062	61,90	D	1
Tubo Cuarzo VIQUA UV S5Q-PA	QS463	56,00	D	1
Tubo Cuarzo VIQUA UV D, D4 y Plus	UV602732	72,90	D	1
Tubo Cuarzo VIQUA UV E, E4 y Plus	UV602733	86,90	D	1
Tubo Cuarzo VIQUA UV F, F4 y Plus	UV602734	105,10	D	1
Tubo Cuarzo VIQUA UV H y Plus	UV602975	116,90	D	1
Tubo Cuarzo VIQUA UV J, K y Plus	UV602976	122,20	D	1

» Consultar dimensiones en la página 214



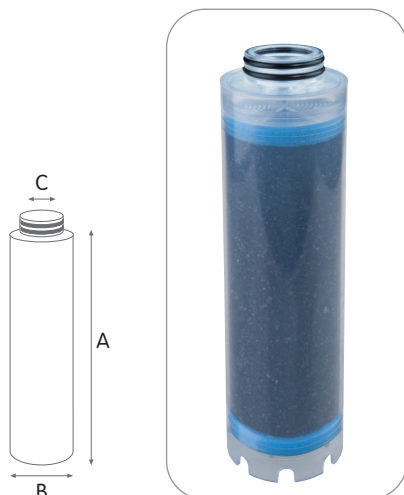
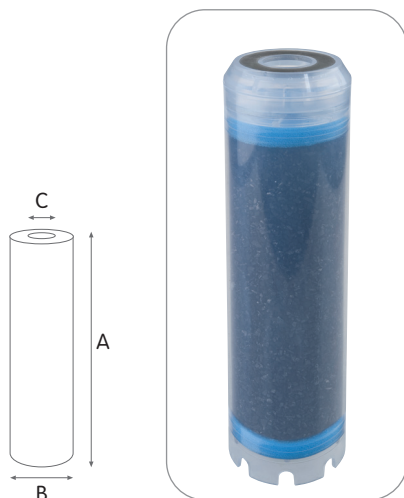
# LA granular activated carbon (GAC)

**Reduction of:** chlorine, taste, odour (CTO); volatile organic compounds (VOC).

**Average life-span:** 3 months.

**Maintenance:** none.

**Remark -** Use a pre-filter to protect the cartridge.



LA cartridges are available in a variety of:

## CONFIGURATIONS:

- SX standard configuration double open end (DOE) available for every height and diameter.
- BX proprietary configuration with double o-ring collar 45 mm, suitable to PLUS 3P BX housings, DP housings, K DP housings.

## MODELS:

- LA MIGNON series 5" M OD 1.77" ID 0.71", SX configuration.
- LA series from 5" to 20" OD 2.40" ID 1.10", SX, BX configurations.

## VARIANTS AVAILABLE ON MINIMUM QUANTITY:

- LA-Ag models with silver impregnated coconut GAC for bacteriostatic effect.

## CERTIFICATIONS



LA cartridges are tested and certified under the most stringent procedures worldwide, in compliance with DM 25 (Italy), with the sanitary certification EAC/Ghostreghistrazia (Russia) and WaterMark (Australia).

## WORKING CONDITIONS

Max working temperature \_\_\_\_\_ 45°C (113°F)

Min working temperature \_\_\_\_\_ 4°C (39,2°F)

## SPECIFICATIONS

Non-toxic materials, suitable for drinking water.

Container, end cap and grid: polystyrene.

Flat seal SX: SEBS with antimicrobial technology.

O-rings BX: EPDM.

Containing sponge: polyurethane.

Treatment material: granular activated carbon from coconut shell.

Plastic container filled with GAC, made from coconut shell for the reduction of chlorine, taste, odour (CTO) and volatile organic compounds (VOC), designed to provide the highest contact time of the water through the whole GAC bed. LA cartridges are available with height from 5" to 20".

## LA SX

### GRANULAR ACTIVATED CARBON WITH DOUBLE OPEN END (DOE)

CODE	MODEL	NOMINAL HEIGHT	RECOMMENDED FLOW RATE l/h	DIMENSIONS MM		
				A	B	C
OD 1,77" x ID 0,71"						
RA5180125	LA MIGNON SX	5" M	150	125	50	21
OD 2,40" x ID 1,10"						
RA5182125	LA 5 SX	5"	200	128	70	28
RA5184125	LA 7 SX	7"	300	176	70	28
RA5185125	LA 10 SX	10"	500	252	70	28
RA5187125	LA 20 SX	20"	750	510	70	28

## LA BX

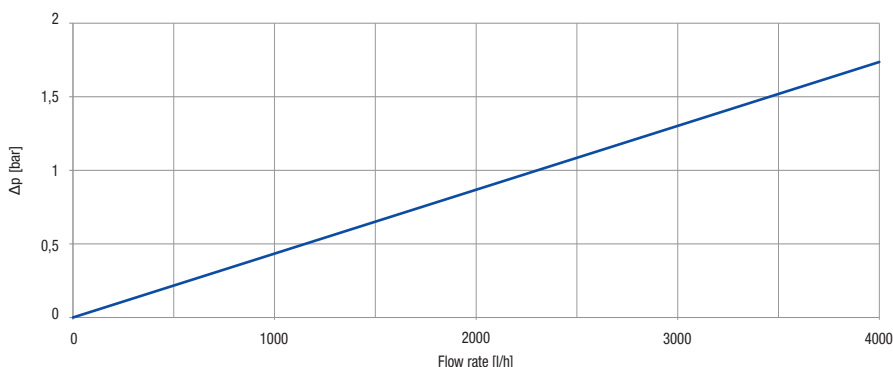
### GRANULAR ACTIVATED CARBON WITH DOUBLE O-RING COLLAR 45 MM

CODE	MODEL	NOMINAL HEIGHT	RECOMMENDED FLOW RATE l/h	DIMENSIONS MM		
				A	B	C
OD 2,40" x ID 1,10"						
RA5182225	LA 5 BX	5"	200	127	70	25
RA5184225	LA 7 BX	7"	300	183	70	25
RA5185225	LA 10 BX	10"	500	252	70	25
RA5187225	LA 20 BX	20"	750	510	70	25

## FLOW RATE vs PRESSURE DROP $\Delta p$

Tests carried on 10" elements type LA 10 SX.

Testing mode: 20°C, 3 BAR





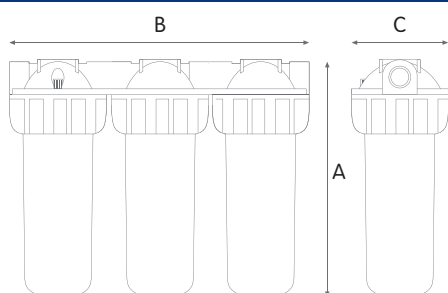
# TRIPLEX PLUS 3P BX

## WORKING CONDITIONS

Max working pressure:  
 BSP versions \_\_\_\_\_ 8 bar (116 psi)  
 NPT versions \_\_\_\_\_ 8,6 bar (125 psi)  
 Max working temperature \_\_\_\_\_ 45°C (113°F)  
 Min working temperature \_\_\_\_\_ 4°C (39,2°F)

## SPECIFICATIONS

Non-toxic materials, suitable for drinking water.  
 Head and ring nut: reinforced polypropylene.  
 Bowl: PET.  
 O-ring: EPDM.  
 Breather-valve: body polypropylene, o-ring EPDM.  
 IN/OUT brass threads: CW 617 N brass.



## TRIPLEX PLUS 3P BX clear housings

### HOUSINGS WITH BRASS BSP THREADS

CODE	MODEL	SUITABLE CARTRIDGE	IN/OUT	DIMENSIONS mm		
				A	B	C
RA108T441	MEDIUM TRIPLEX PLUS 3P AFO BX TS	5"	3/4"	191	420	130
RA108T741	MEDIUM TRIPLEX PLUS 3P BFO BX TS	5"	1"	191	420	130
RA110T441	JUNIOR TRIPLEX PLUS 3P AFO BX TS	7"	3/4"	241	420	130
RA110T741	JUNIOR TRIPLEX PLUS 3P BFO BX TS	7"	1"	241	420	130
RA112T441	SENIOR TRIPLEX PLUS 3P AFO BX TS	10"	3/4"	315	420	130
RA112T741	SENIOR TRIPLEX PLUS 3P BFO BX TS	10"	1"	315	420	130
RA116T441	MASTER TRIPLEX PLUS 3P AFO BX TS	20"	3/4"	571	420	130
RA116T741	MASTER TRIPLEX PLUS 3P BFO BX TS	20"	1"	571	420	130



### HOUSINGS WITH PLASTIC BSP THREADS

CODE	MODEL	SUITABLE CARTRIDGE	IN/OUT	DIMENSIONS mm		
				A	B	C
RA108T541	MEDIUM TRIPLEX PLUS 3P AFP BX TS	5"	3/4"	191	420	130
RA108T841	MEDIUM TRIPLEX PLUS 3P BFP BX TS	5"	1"	191	420	130
RA110T541	JUNIOR TRIPLEX PLUS 3P AFP BX TS	7"	3/4"	241	420	130
RA110T841	JUNIOR TRIPLEX PLUS 3P BFP BX TS	7"	1"	241	420	130
RA112T541	SENIOR TRIPLEX PLUS 3P AFP BX TS	10"	3/4"	315	420	130
RA112T841	SENIOR TRIPLEX PLUS 3P BFP BX TS	10"	1"	315	420	130
RA116T541	MASTER TRIPLEX PLUS 3P AFP BX TS	20"	3/4"	571	420	130
RA116T841	MASTER TRIPLEX PLUS 3P BFP BX TS	20"	1"	571	420	130



### HOUSINGS WITH PLASTIC NPT THREADS

CODE	MODEL	SUITABLE CARTRIDGE	IN/OUT	DIMENSIONS mm		
				A	B	C
RA108T444	MEDIUM TRIPLEX PLUS 3P AFP NPT BX TS	5"	3/4"	191	420	130
RA110T444	JUNIOR TRIPLEX PLUS 3P AFP NPT BX TS	7"	3/4"	241	420	130
RA112T444	SENIOR TRIPLEX PLUS 3P AFP NPT BX TS	10"	3/4"	315	420	130
RA116T444	MASTER TRIPLEX PLUS 3P AFP NPT BX TS	20"	3/4"	571	420	130

## DOSIFICADORAS HC997PI

Bomba dosificadora proporcional al caudal en conjunto con un contador emisor de impulsos.



- Carcasa en polipropileno reforzado.
- Hidráulica de la bomba formada por cabezal y racores en PVDF, membrana en PTFE y válvulas de esfera con juntas en Vitón.
- Control digital. Circuito electrónico microprocesado. Regulación de la frecuencia de impulsos proporcionalmente al caudal controlado por una señal externa como contador emisor de impulsos (no incluido).
- Múltiples posibilidades de ajuste: constante, multiplicador 1xN, divisor 1/N, PPM y Timer.
- Disposición de sonda de nivel. Sonda no incluida.
- Completa con kit de tubos y accesorios de instalación.
- Protección IP-65.
- Temperatura de trabajo 0° a 45°C.
- Alimentación eléctrica 220V.
- Potencia 25W.
- Opción: Suministro con válvulas y juntas en Dutral. Aptas para la dosificación de productos alcalinos.

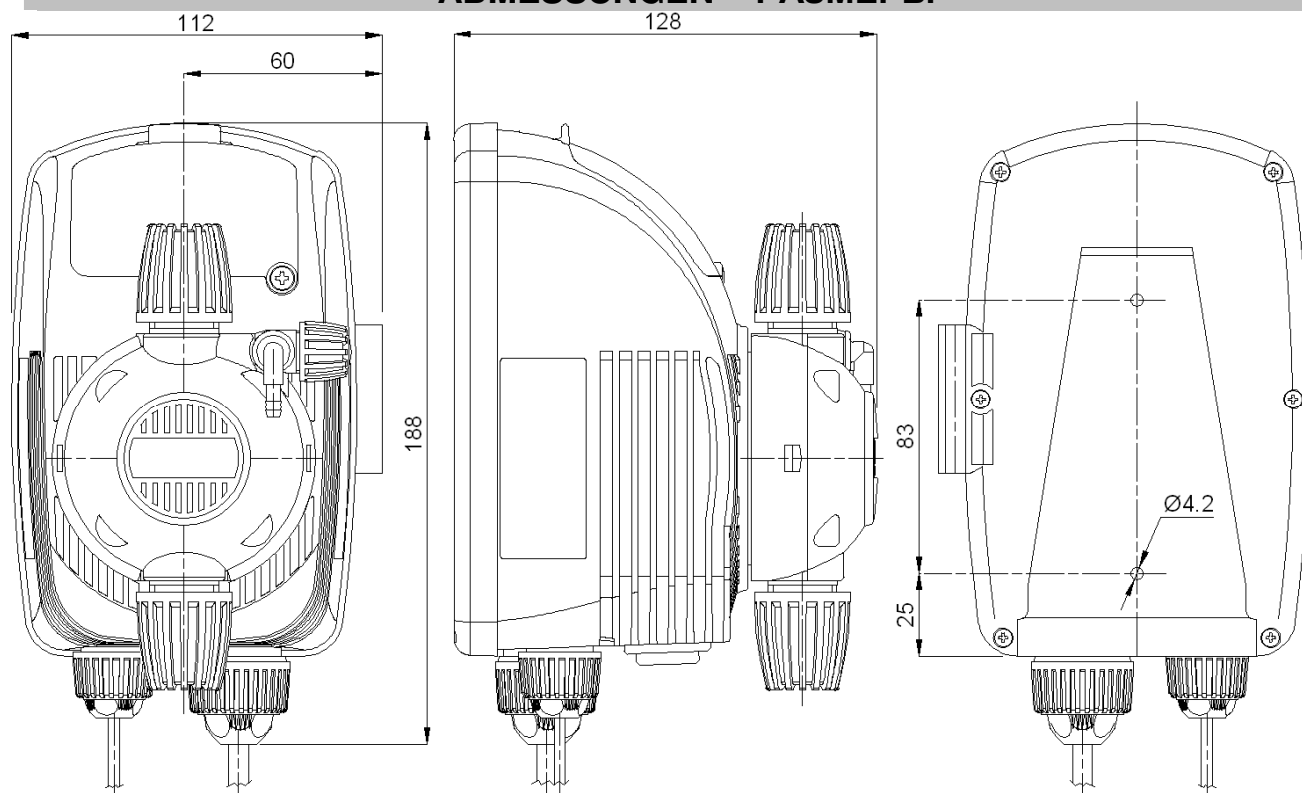
Modelo		Q (l/h)	Presión (bar)
Bb. Dosif. HC997PI 02-08L	HC997PI-01	2	8
Bb. Dosif. HC997PI 07-04L	HC997PI-02	7	4
Bb. Dosif. HC997PI 03-12L	HC997PI-03	3	12
Bb. Dosif. HC997PI 10-04L	HC997PI-04	10	4

Modelo	Código	Cat.	Emb.
Bb. Dosif. HC997PI 02-08L	316182	C	1
Bb. Dosif. HC997PI 07-04L	316183	C	1
Bb. Dosif. HC997PI 03-12L	316181	C	1
Bb. Dosif. HC997PI 10-04L	316184	C	1

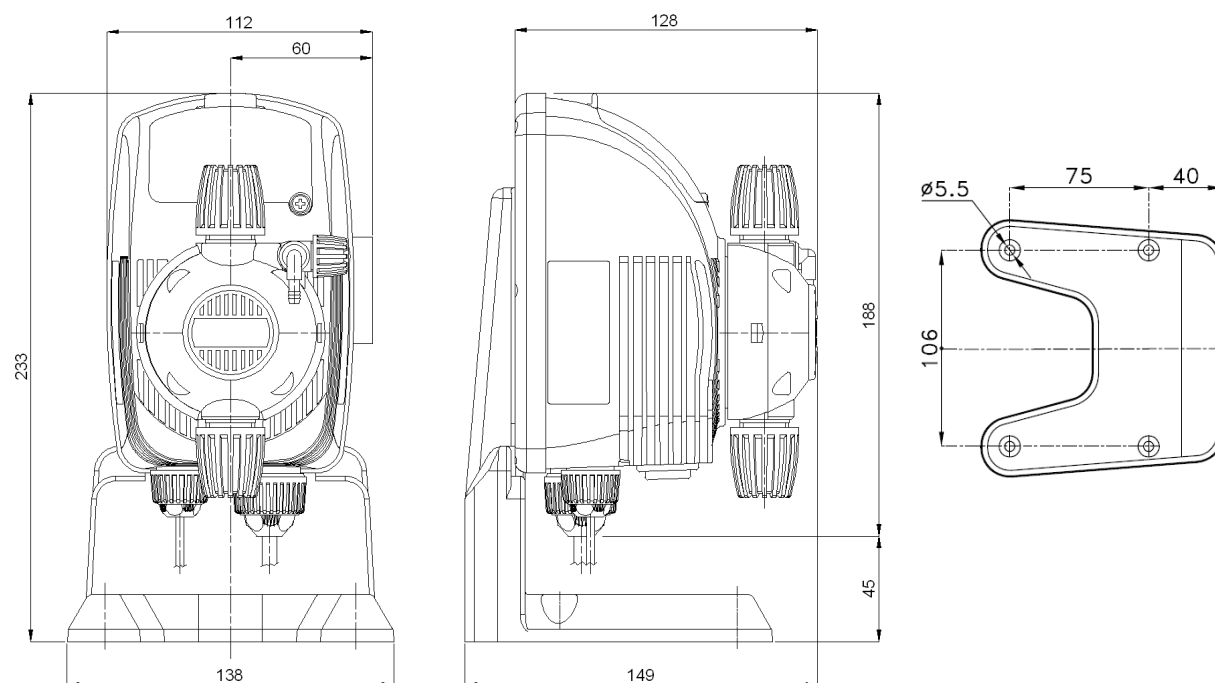
Accesorios	Código	Cat.	Emb.
Sonda nivel I.SLG	306603	C	1

Consultar dimensiones en la página 190

**DIMENSIONI - DIMENSIONS - DIMENSIONS – DIMENSIONES-  
ABMESSUNGEN - РАЗМЕРЫ**

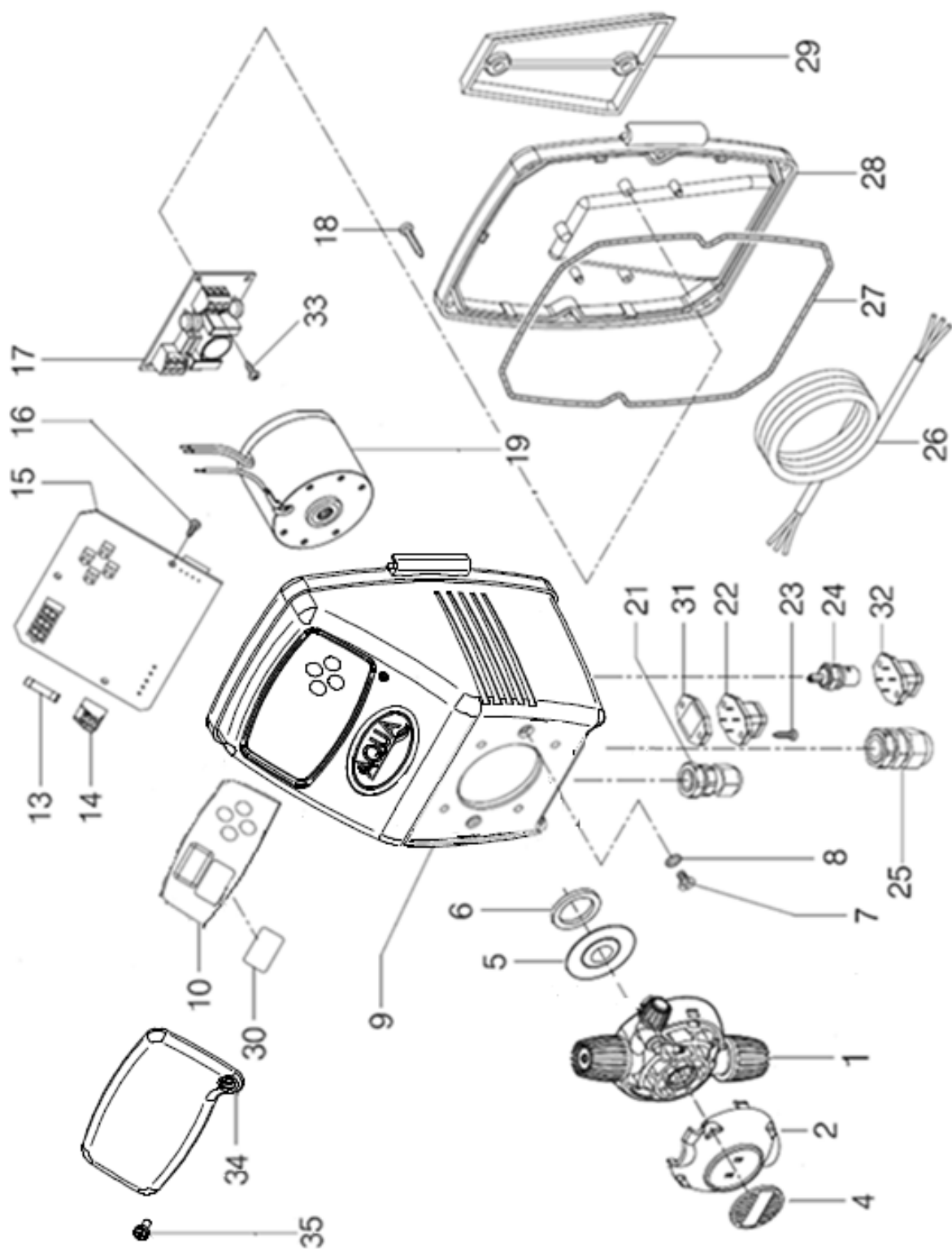


**Fig. 3 SERIE “HC 897” A MURO / WALL MOUNTING / VERSION A PAROI / VERSION A PARED/ WANDMONTAGE / НАСТЕННЫЙ**



**Fig. 4 SERIE “HC 897” CON BASE / BASE MOUNTING / VERSION AVEC BASE  
VERSION CON SOPORTE PARA MONTAJE ORIZONTAL / MIT BASIS / С ПОДСТАВКОЙ**

Fig. 10 SERIE HC 797 - Esploso / Description / Explose / Dibujo / Explosionszeichnung  
/Чертеж







## Texto de prescripción

### **Depósito agua potable Platin 1.500L**

Suministro y puesta en obra de depósito de poca profundidad para agua potable marca Graf modelo Platin de 1.500L de capacidad. Incluye 1 depósito Platin 1.500L fabricado en rotomoldeo de PEAD, cúpula con conexiones de entrada y salida DN 100 (110mm) y cubierta telescópica para agua potable transitable peatonal. Incluso pletinas habilitadas para conexiones de entrada DN 100 (110mm) y los accesorios necesarios para su instalación. Con certificado CE y de potabilidad. Medidas (L x A x h): 2.100mm x 1.250mm x 1.155-1.355mm. Peso: 86kg



# Sistema modular Carat XL

Depósitos soterrados 8.500 l hasta 10.000 l



**Los depósitos Carat XL  
resisten el paso de coches**

**8.500 litros**

Código 370005

**10.000 litros**

Código 370006



Puede descargar documentación extra del producto en nuestra web:  
[www.grafiberica.com](http://www.grafiberica.com)

Carat XL de 10.000 l con cubierta telescópica transitable por coches. (accesorios pag. 25)

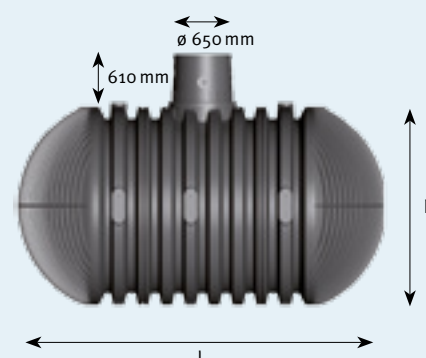
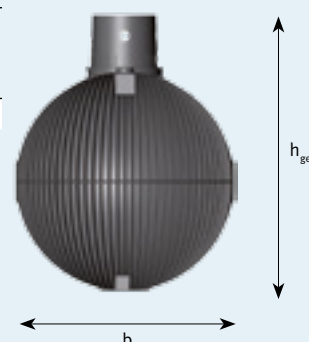
## Datos técnicos

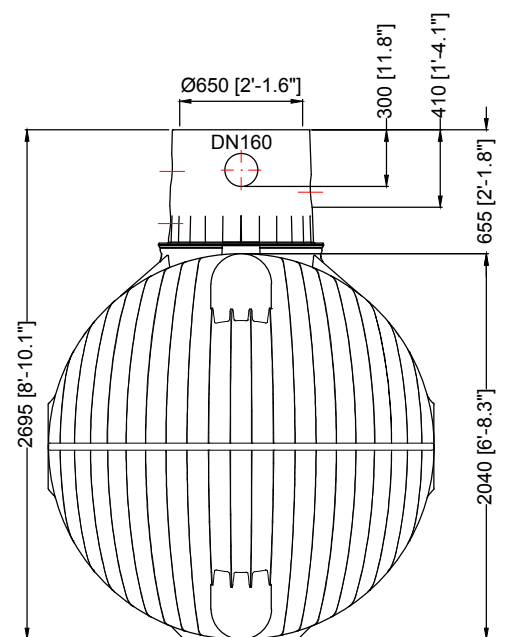
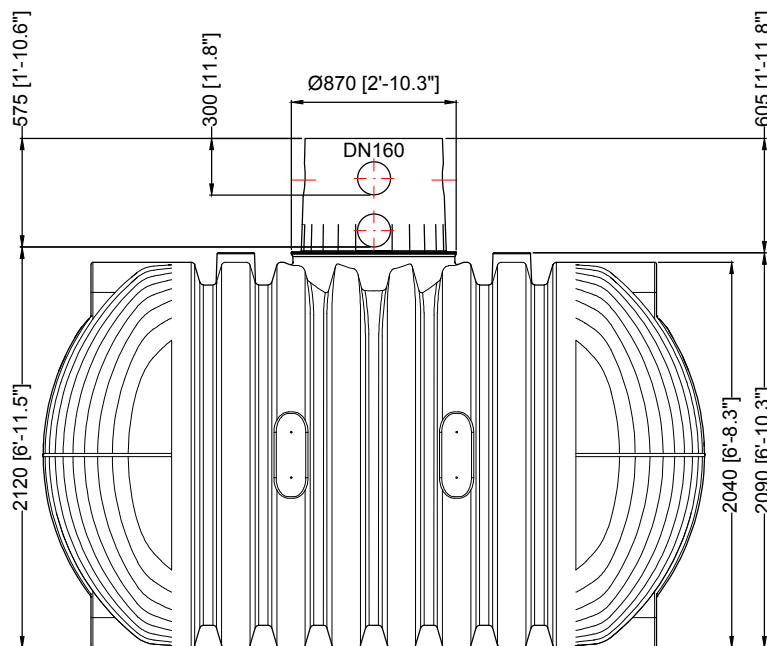
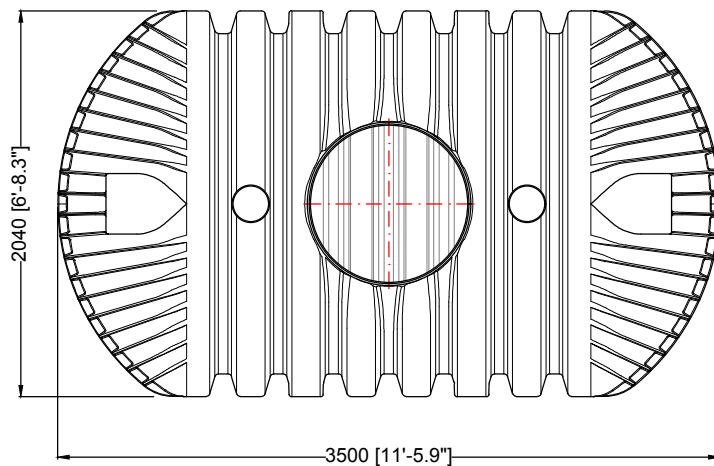
Capacidad [l]	Ancho b [mm]	Longitud l [mm]	Altura (sin cúpula) h [mm]	Altura (con cúpula) h <sub>ges</sub> [mm]	Altura Mínima con cubierta Mini [mm]	Altura Máxima con cubierta Mini [mm]	Peso [kg]
8.500	2040	3500	2085	2695	2835	3035	380
10.000	2240	3520	2285	2895	3035	3235	455

## Datos técnicos

Altura máxima del recubrimiento (sin aguas freáticas ni tránsito de vehículos)	1500 mm
Carga máxima soportada	8 t
Carga máxima soportada <sup>1)</sup> :	3,5 t con cubierta telescópica de hierro colado clase B 12 t con cubierta telescópica transitable por camiones
Cubrimiento requerido para tránsito de vehículos:	800-1500 mm
Nivel máximo aguas freáticas:	hasta la cúpula
Cubrimiento requerido para aguas freáticas:	800-1500 mm
Conexiones	5 x DN 100

<sup>1)</sup> Con cubierta para tránsito de vehículos/camiones





D				GRAF Regenwasser-Erdtank-Carat XL 8500 L / 2245,4 gal.		Artikel-Nr. product no. 370005 article no. artículo no. (370028 / 371018)							
GB		GRAF underground tank Carat XL 8500 L / 2245,4 gal.		ES		GRAF Depósito Soterrado Carat XL 8500 L / 2245,4 gal.		FR		GRAF Cuve à enterrer Carat XL 8500 L / 2245,4 gal.		revision:	
gezeichnet drawn		EMU		Gewicht weight		380 kg		<div>Otto Graf GmbH Carl-Zeiss-Str. 2-6 DE-79331 Teningen mail@graf.info www.graf.info</div> <div></div>					
Datum date		2018.12.14		Toleranz tolerance		+/- 3%							
Maßstab scale		M 1:40		Einheiten units		mm [inch] gal. = US gal.							

# Filtro pluvial interno, autolimpiante

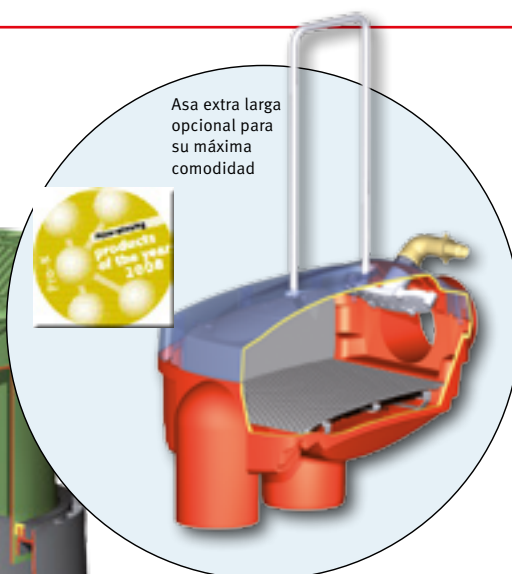
Filtro Optimax



## Ventajas

- 95% de aprovechamiento del agua
- Sistema patentado de filtración
- Bajo mantenimiento (autolimpiante)
- Función first-flush
- Sistema de filtración de reducidas dimensiones integrado en el depósito
- Extracción del filtro sin necesidad de herramientas
- Cubierta transparente
- Máxima superficie de recogida: 350 m<sup>2</sup>
- Conexiones estándar DN 100
- Opcional con unidad de limpieza interna
- 165 mm de desnivel entre la conexión de entrada y de salida del agua

**ÓPTIMA LIMPIEZA CON MÁXIMO APROVECHAMIENTO DEL AGUA**



## Filtro Optimax interno

Código 340037

## Accesorios

**Fijación rápida Spannfix**  
patentada (página 45)

Código 340502

## Unidad de limpieza interna

sin manguera

Código 340040

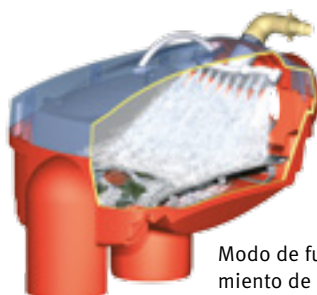
## Asa Optimax XL

Facilita la extracción de la tapa del filtro;  
altura 505 mm

Código 330220

## Unidad de limpieza interna

- Superficie de la malla siempre limpia mediante intenso chorro de agua
- Mantenimiento reducido al mínimo
- Control automático de esta unidad instalando conjuntamente patentada el sistema Aqua Center Silentio



Modo de funcionamiento de la unidad de limpieza interna

## Malla filtrante

- Máxima autolimpieza gracias a la superficie lisa
- Grosor de la malla 0,35 mm

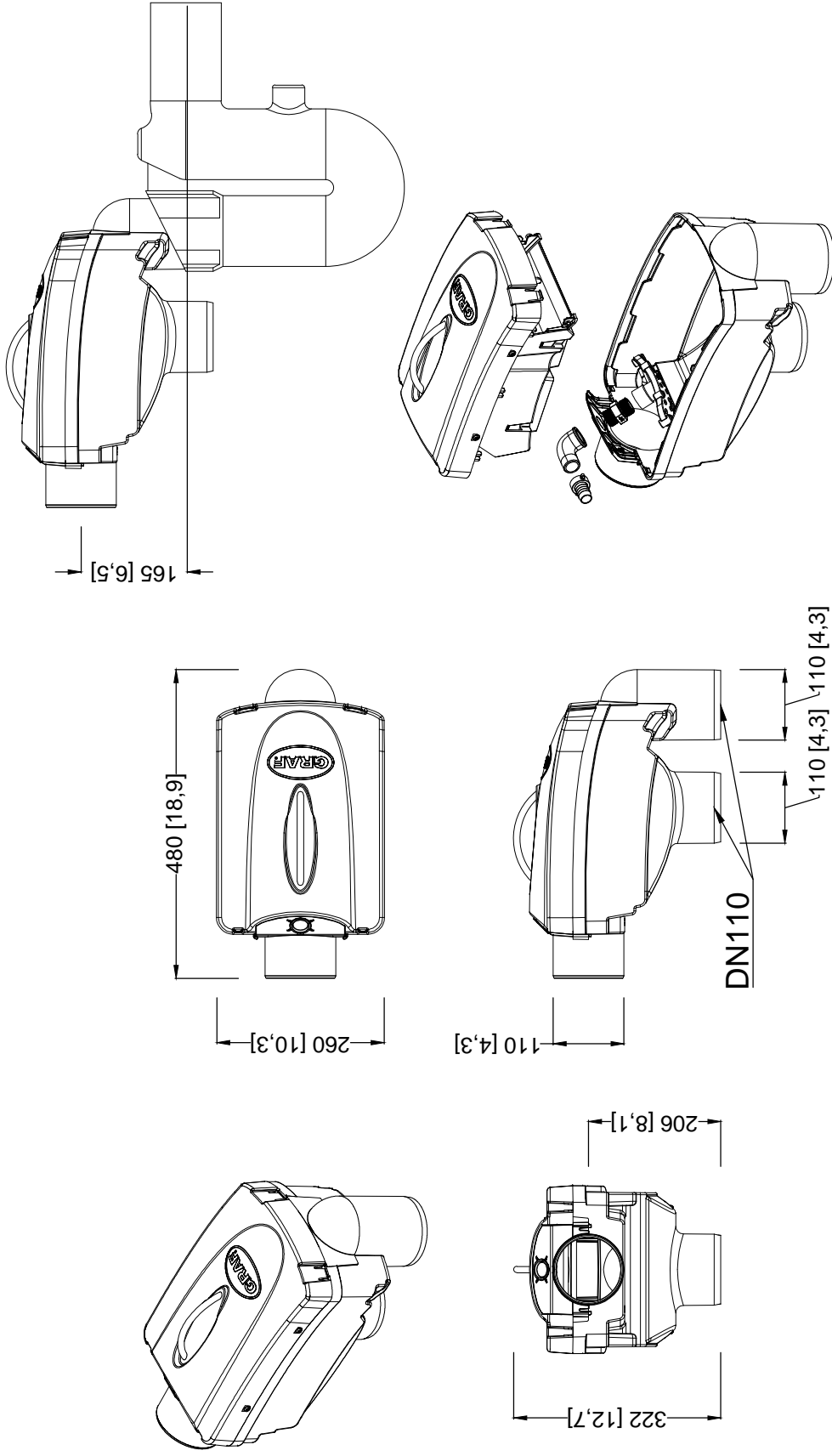
3 capas de filtrado




## Cotas de conexión en la cúpula

Cúpula	Entrada	Rebosadero
Mini	495-695 mm	660-860 mm
Maxi	495-795 mm	660-960 mm

Todas las medidas están tomadas desde el centro de la conexión hasta la parte superior de la cubierta



D	GRAF Optimax Pro Filter intern Anschluss DN 100				Artikel-Nr. product no. article no. 340037	
GB	GRAF Optimax filter internal	ES	GRAF Filtro Optimax interno	FR	Otto Graf GmbH Carl-Zeiss-Str. 2-6 DE-79331 Teningen mail @ graf.info www.graf.info	
	gezeichnet, drawn	ISC	Gewicht, weight	3,7 kg		revision
	Datum, date	2015.11.16	Toleranz, tolerance	+/- 3%		M 1:10
Einheiten, units					mm [inch] gal. = US gal.	
						



### Integra INOX

- Bomba sumergible automática con regulador de presión integrado
- Con dispositivo de arranque/paro automáticos
- Equipo con la garantía de calidad GRAF
- Bomba muy silenciosa
- Fabricada con material inoxidable de alta calidad
- Incluye 10m de cable y captación flotante
- Se puede utilizar como bomba autoaspirante

Código 354018



### 300 A

- Bomba sumergible con dispositivo de seguridad en caso de falta de agua
- Equipo con la garantía de calidad GRAF
- Bomba muy silenciosa
- Fabricada con material inoxidable de alta calidad
- Incluye 15 m de cable
- Incluye el racor de la manguera 32 mm (1 1/4")

Código 354031



### 1000 A

- Bomba sumergible con dispositivo de seguridad en caso de falta de agua
- Equipo con la garantía de calidad GRAF
- Fabricada en material inoxidable de alta calidad
- Incluye 15 m de cable
- Incluye el racor de la manguera 19 mm (3/4") / 25 mm (1")

Código 354030



### 1000 E

- Bomba sumergible con dispositivo de seguridad en caso de falta de agua
- Con dispositivo de arranque/paro automáticos
- Equipo con la garantía de calidad GRAF
- Bomba muy silenciosa
- Fabricada con material inoxidable de alta calidad
- Incluye 15 m de cable
- Incluye el racor de la manguera 19 mm (3/4") / 25 mm (1")

Código 354036

Integra INOX	300 A	1000 A	1000 E
0,6 kW	0,3 kW	0,9 kW	0,9 kW
40 m	7 m	36 m	36 m
4,0 bar	0,7 bar	3,6 bar	3,6 bar
3.000 l/h	7.200 l/h	6.000 l/h	5.600 l/h
8	—	—	—
12	—	—	—
10	3	8	8



### Microfiltro 1"

Para la filtración de las partículas más finas (0,1 mm) del agua de lluvia después de ser bombeada. Su instalación es recomendable cuando se quiere usar este agua en lavadoras. Conexión de 1".

Fácil de limpiar, no es necesario cambiar el filtro.

Atención: El agua de lluvia tiene que ser filtrada antes de canalizarse hacia el interior del depósito. Puede encontrar nuestros filtros en las páginas 34-41.

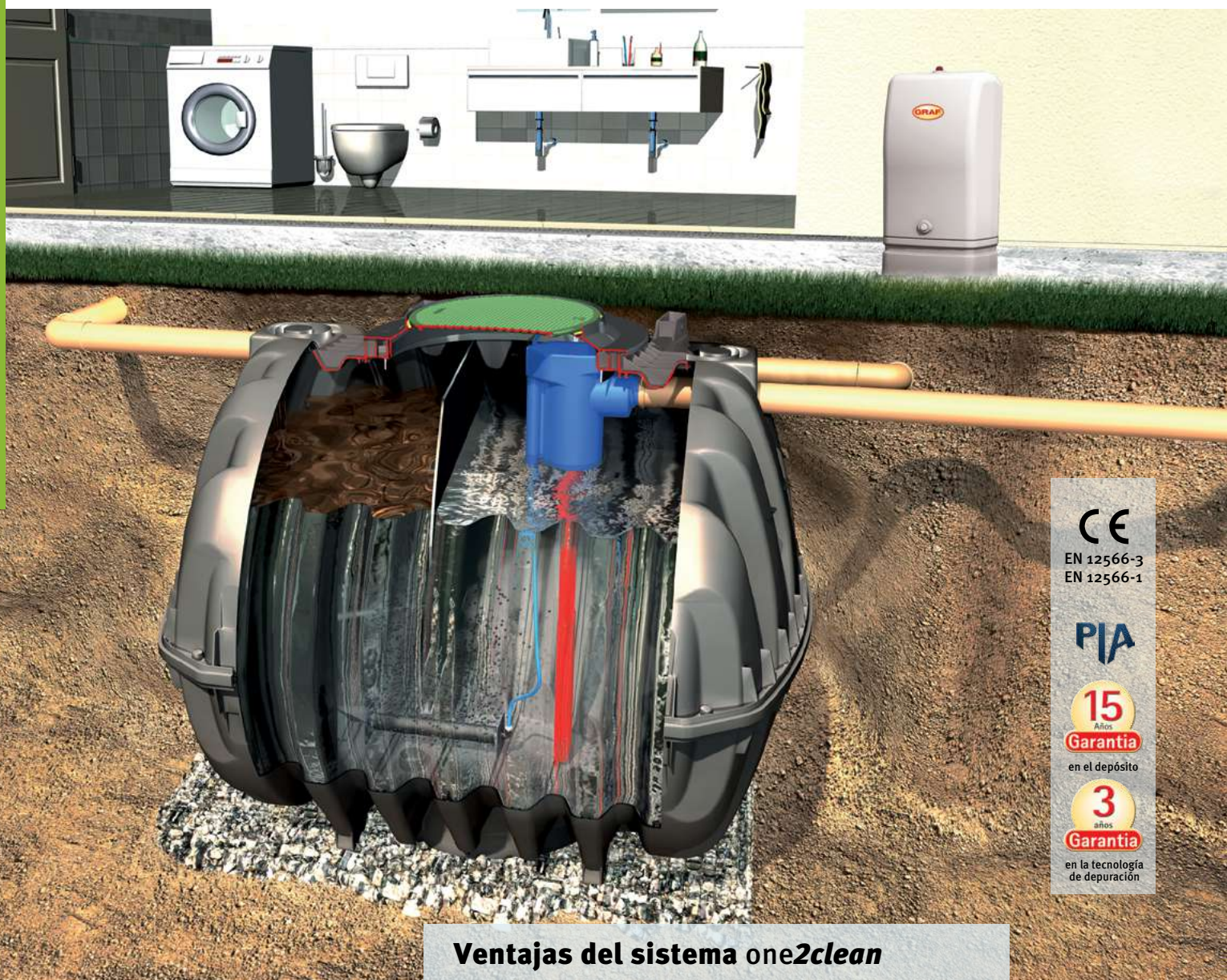
Código 331021

#### **12.4. ANEXOS: SISTEMA DE SANEAMIENTO**



# Depuradora one2clean / Carbonator / one2clean plus

De 1 a 18 habitantes equivalentes — Descripción



CE  
EN 12566-3  
EN 12566-1

PIA

15  
Años  
Garantía  
en el depósito

3  
años  
Garantía  
en la tecnología  
de depuración

## Ventajas del sistema one2clean

### Tecnología avanzada de simple instalación y operación

La depuradora compacta one2clean combina tecnología SBR Advanced con el diseño de cámara única.

Depuración en un depósito de una sola cámara, 1 ciclo continuo de tres etapas: oxidación, decantación y extracción agua depurada. Con ello se elimina el proceso de trasvase de agua residual de una cámara a otra y también el retorno de fangos.

- ✓ Rendimientos óptimos
- ✓ Mínimo consumo de energía
- ✓ Alta reducción de fangos
- ✓ Costes de instalación y mantenimiento reducidos
- ✓ Compresor muy silencioso
- ✓ Toma de muestras integrada
- ✓ Cuadro de control digital con pantalla LCD
- ✓ Aviso de fallos
- ✓ Desnitrificación incluida **+D**

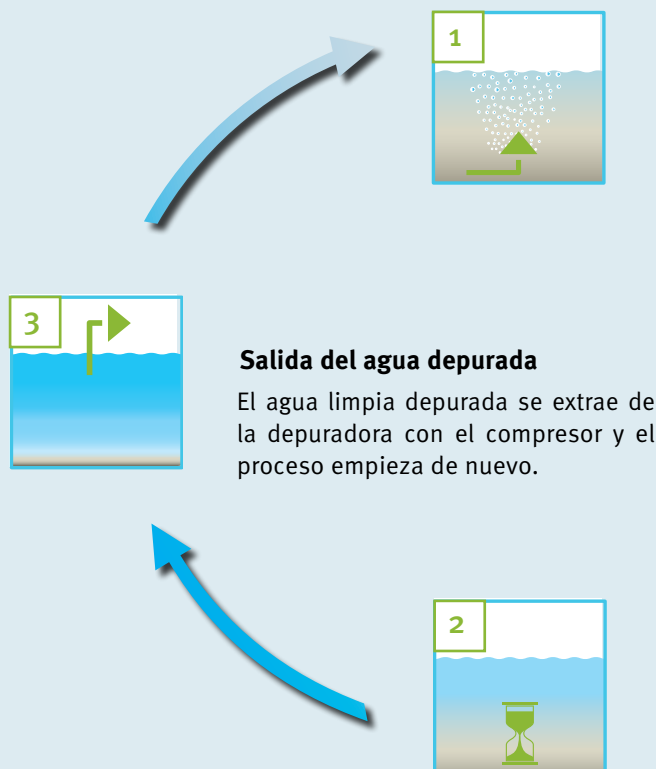


GRAF dispone de todos los certificados CE



# Depuradora one2clean / Carbonator / one2clean plus - Ciclos de depuración SBR Advanced

**2 CICLOS de  
DEPURACIÓN al DÍA**



## Depuración del agua residual

El agua residual entra directamente en la cámara de oxidación sin ningún proceso de bombeo.

La aireación provoca una activación de los microorganismos que son los encargados de la depuración del agua residual.

## Salida del agua depurada

El agua limpia depurada se extrae de la depuradora con el compresor y el proceso empieza de nuevo.

## Fase de decantación

Cuando interrumpimos la aireación, los fangos decantan al fondo del depósito y en la parte superior del depósito queda el agua limpia.

## Consumo de energía mínimo

- Compresor de membrana de bajo consumo
- Electroválvulas de bajo consumo
- Sin proceso de trasvase de líquidos



**¡Sólo 0,63 kWh día!**

## one2clean cumple con las normativas más exigentes

Ofrece unos parámetros de depuración excepcionales, con un rendimiento de hasta el 99 %

Esto le asegura una inversión fiable, incluso en caso de que las normativas se vuelvan más restrictivas.

## Reducción de fangos

- Acumulación y aireación en todo el depósito
- Menor frecuencia de extracción
- Ahorro significativo



Depuradoras convencionales

## one2clean / Carbonator / one2clean plus – Rendimiento límite y parámetros de salida

Parámetros	Rendimiento	Valores de salida depuradora one2clean*
DBO <sub>5</sub> (Demanda biológica de oxígeno después de 5 días)	<b>99 %</b>	5 mg/L
DQO (Demanda química de oxígeno)	<b>96 %</b>	26 mg/L
NH <sub>4</sub> -N (Amonio-nitrógeno)	<b>99 %</b>	0,4 mg/L
N <sub>tot</sub> (Nitrógeno total)	<b>79 %</b>	13 mg/L
SS (Sólidos en suspensión)	<b>99 %</b>	6 mg/L

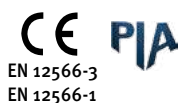
\*Informe de comprobación: PIA2013-181B14fka

# Tratamiento de Aguas Residuales

Depuradoras de oxidación total

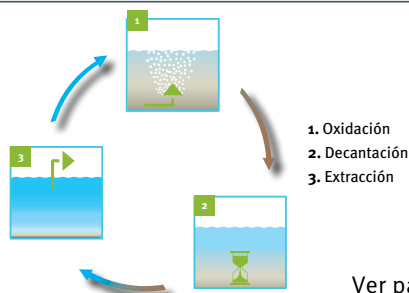
## Depuradora one2clean / Carbonator / one2clean plus

1 a 18 HE



La depuradora compacta **one2clean / Carbonator / one2clean plus** combina la nueva tecnología SBR Advanced con el diseño de cámara única.

Parámetros	Rendimiento según marcaje CE
DBO <sub>5</sub> (Demanda biológica de Oxígeno en 5 días)	99%
DQO (Demanda química de Oxígeno)	96%
SS (Sólidos en suspensión)	99%
NH <sub>4</sub> -N (Amonio - Nitrógeno)	99%
Ntot (Nitrógeno total)	79%
Ptot (Fosfatos totales)	80,2%



Ver pág. 6 y 7

### Pack Carbonator

Depuración para segundas residencias



### Módulos opcionales para one2clean plus



Ver pág. 10

## Depuradora Klaro Profesional

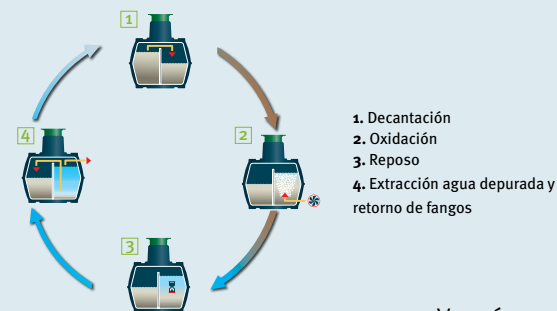
19 a 300 HE



EN 60204-1

Sistema profesional de depuración SBR de dos cámaras y 4 fases.

Parámetros	Rendimiento según marcaje CE
DBO <sub>5</sub> (Demanda biológica de Oxígeno en 5 días)	96%
DQO (Demanda química de Oxígeno)	92%
SS (Sólidos en suspensión)	95%
NH <sub>4</sub> -N (Amonio - Nitrógeno)	66%
Ntot (Nitrógeno total)	57%
Ptot (Fosfatos totales)	53,5%



Ver pág. 14

### Módulos opcionales



Ver pág. 16

## Depuradora Klaro Profesional Retrofitting

Para grandes caudales (de 30m<sup>3</sup>/d a 150m<sup>3</sup>/d). GRAF realiza soluciones a medida, diseñando los depósitos de hormigón necesarios e integrándolos con nuestros equipos técnicos.

Ver pág.18



# Depuradora one2clean

## Tecnología de depuración



### Unidad de control

- ✓ Sistema Plug&Play
- ✓ Muy silencioso
- ✓ Mantenimiento sencillo y reducido

### Depósito Carat

- ✓ Depósito de PEAD de alta calidad y robustez, fabricado por inyección
- ✓ Instalación fácil, económica y rápida: base y compactación con grava



### Cúpulas

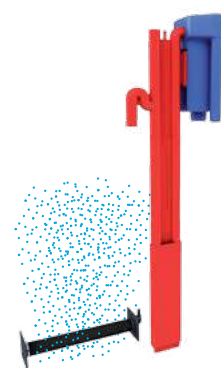


Micro\*



Mini\*

\* Consultar detalles técnicos - pág.34



### Tecnología de depuración

- ✓ Aireación en todo el depósito
- ✓ Sifón de agua depurada robusto, fabricado en una sola pieza
- ✓ Toma de muestras integrada y accesible a través de la cubierta del depósito

### Sistema one2clean

Hab. equiv. [HE]	Volumen [L]	Código Cúpula Micro	Código Cúpula Mini
1 - 3	2.700	090017	090027
4 - 5	3.750	090018	090028
6 - 7	4.800	090019	090029
8 - 10	6.500	090020	090036
11 - 14	9.600	090023	090025
15 - 18	13.000	090024	090026

\* Consultar datos técnicos pág. 11

# Infiltración al terreno del agua tratada

## Túnel y kits de infiltración



### Túnel de infiltración



Capacidad [L]	Largo [mm]	Ancho [mm]	Alto [mm]	Color	Código
300	1.200	800	510	negro	230010

### Tapa final para túnel de infiltración



Artículo	Longitud [mm]	Color	Código
Tapas finales (juego de 2)	30	negra	231004




### Kits de túneles completos

Habitantes equivalentes [HE]	Volumen infiltración [L]	Número de túneles	Largo [mm]	Ancho [mm]	Alto [mm]	Código
2-4 HE	1.200	4	4.860	800	510	091200
4-6 HE	1.800	6	7.260	800	510	091800
6-8 HE	2.400	8	9.660	800	510	092400
8-10 HE	3.000	10	12.060	800	510	093000

Kit completo y compuesto con todo lo necesario para la infiltración.

**Incluye:** túneles de infiltración GRAF 300L, 1 set de 2 tapas laterales, 1 aireación DN 100 y geotextil. Consultar en caso de niveles freáticos altos

### Accesorios

Artículo		Características	Código
	Geotextil	Rollo 5 m de ancho. Precio por metro	231002
		2,5 m x 2,5 m (6,25 m²). Para unidad de bloque o túnel	231006
		5 m x 2,5 m (12,5 m²). Para los packs túneles 1.200L	369028
		7,5 m x 2,5 m (18,75 m²). Para los packs túneles 1.800L	369031
		5 m x 5,2 m (26 m²). Para los packs túneles 2.400L	369030
		5 m x 7 m (35 m²). Para los packs túneles 3.000L	369033
	Tapa de registro DN200	Cubierta telescópica DN200 + tubo DN200 1.000mm. Ideal para hacer registros para inspección de túneles infiltración	322026
	Salida de aireación DN100	Salida de aireación DN100 para utilizar como respiradero de un sistema de drenaje	369017

### Detalle cargas soportadas



La estructura especial del túnel de infiltración GRAF garantiza un alto rendimiento de infiltración

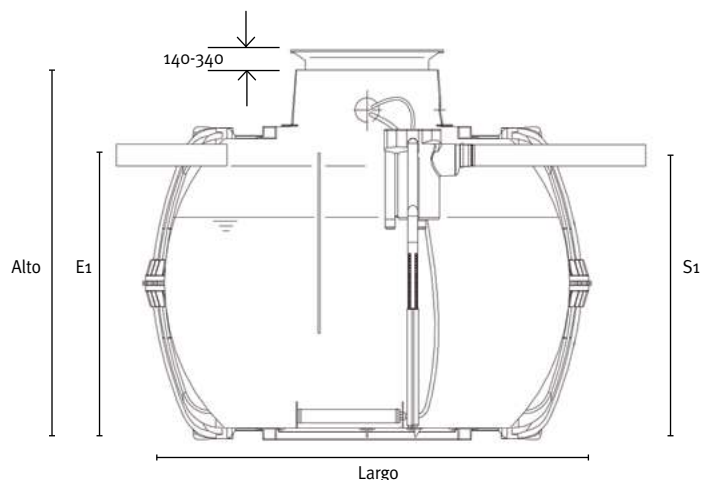


Paso de vehículos con recubrimiento mínimo de 500mm. Profundidad máxima de instalación 2.500mm (hasta la base del túnel).

Puede consultar las instrucciones de instalación en nuestra web, <https://www.grafiberica.com/descargas/instrucciones.html>

# Depuradora one2clean, Carbonator y one2clean plus - Datos técnicos

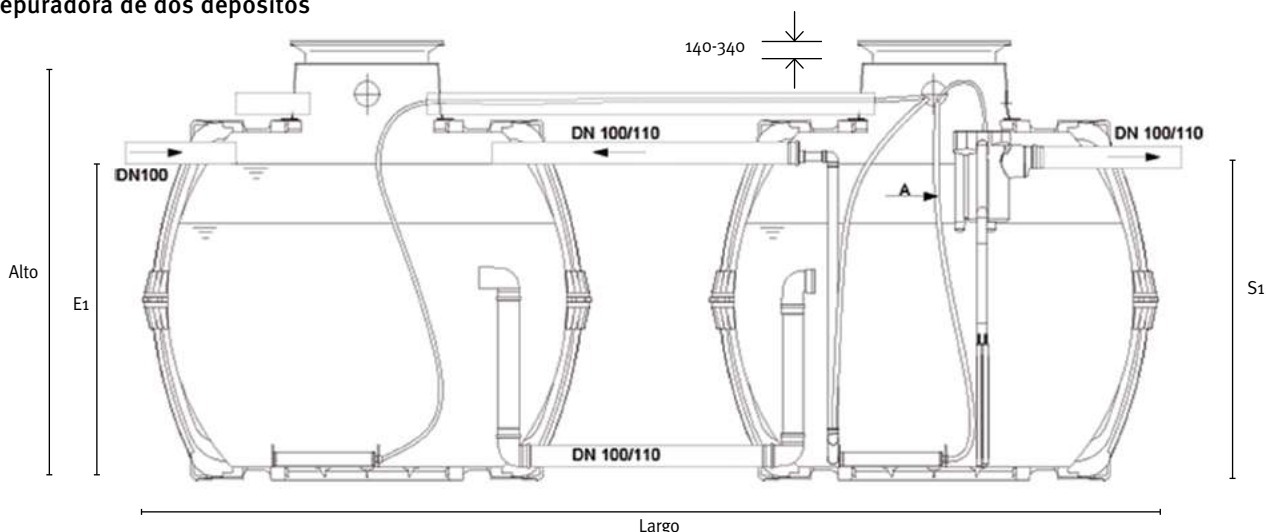
## Depuradora de un depósito



### Datos técnicos

- Las tuberías de entrada, salida y de interconexión entre depósitos no están incluidas
- Conexión eléctrica 230 V
- Mangueras incluidas de 10mm

## Depuradora de dos depósitos



## Sistema one2clean, Carbonator y one2clean plus

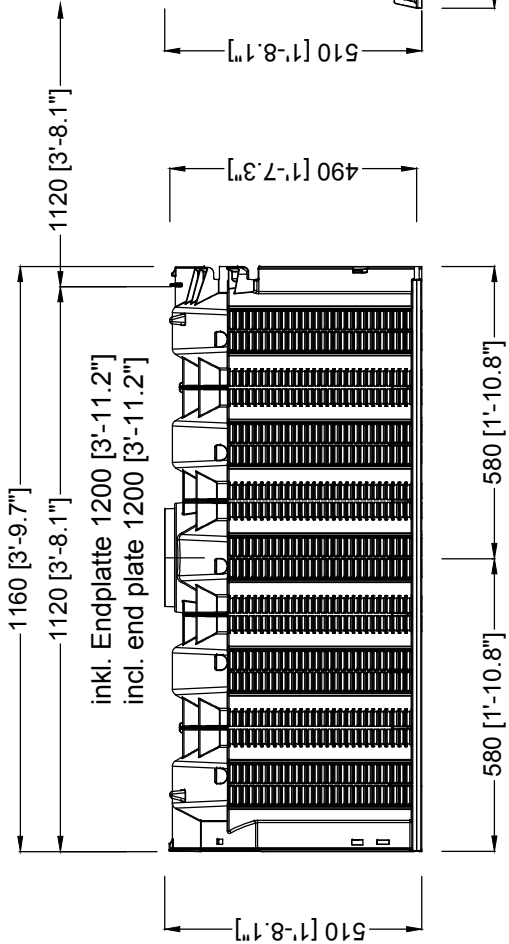
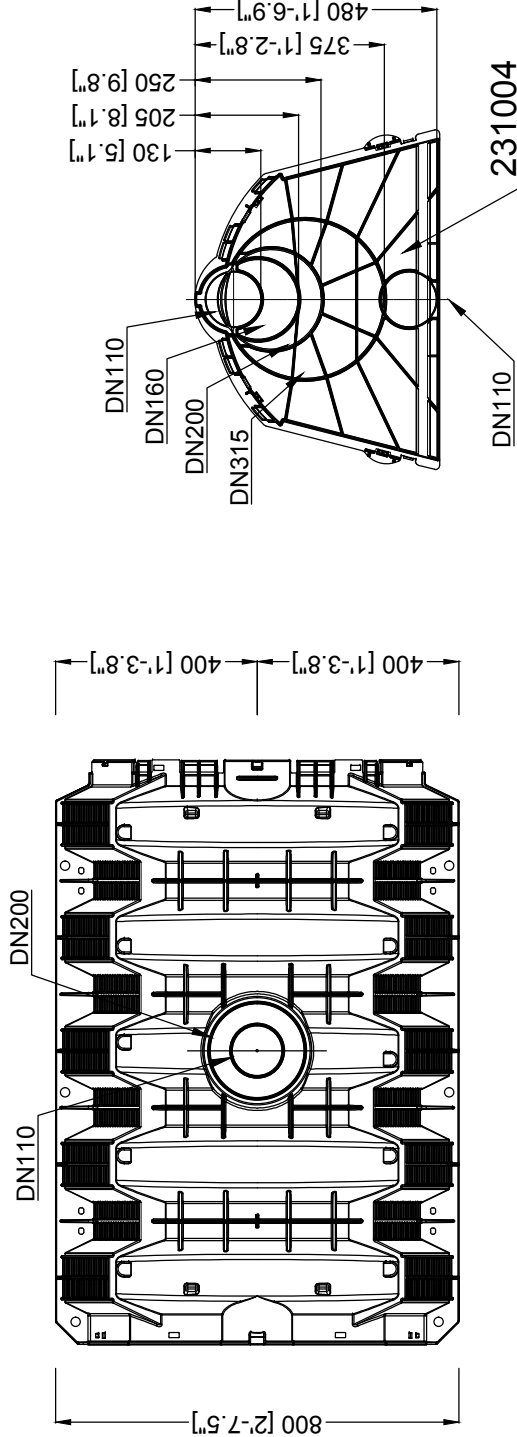


Hab. equiv. [HE]	Volumen [L]	Caudal máx. (L/d)	Carga orgánica máx. [kg DBO <sub>5</sub> /d]	Largo [mm]	Ancho [mm]	Alto Cúpula Micro [mm]	Alto Cúpula Mini [mm]	Peso Cúpula Micro/Mini [kg]	Entrada E1 [mm]	Salida S1 [mm]
1-3	2.700	450	0,18	2.080	1.565	1.490	1.830-2.030	125/140	1.490	1.390
4-5	3.750	750	0,3	2.280	1.755	1.680	2.020-2.220	155/170	1.680	1.580
6-7	4.800	1.050	0,42	2.280	1.985	1.910	2.250-2.450	195/210	1.910	1.810
8-10	6.500	1.350	0,54	2.390	2.190	2.190	2.530-2.730	225/240	2.190	2.090
11-14	9.600	2.100	0,84	2 x 2.280	1.985	1.910	2.250-2.450	390/420	1.910	1.810
15-18	13.000	2.700	1,08	2 x 2.390	2.190	2.190	2.530-2.730	450/480	2.190	2.090

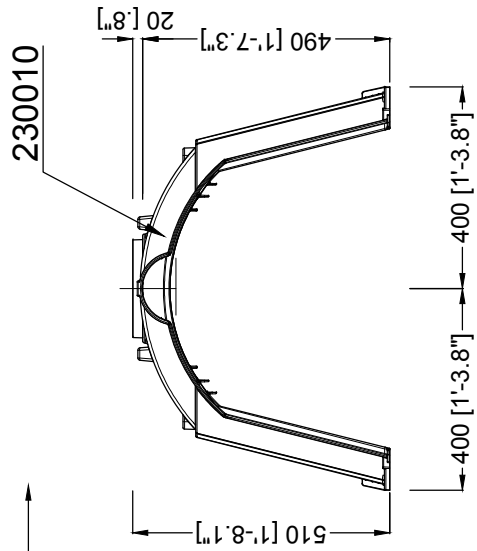
### Dimensionado

- El correcto dimensionado de la depuradora incide directamente en su rendimiento y asegura unos reducidos costes de mantenimiento
- Las depuradoras para segundas residencias deben ser dimensionadas individualmente en cada caso

Para más información contacte con nuestro Departamento Técnico o Comercial



DN 110	± 4"
DN 160	± 6"
DN 200	± 8"
DN 315	± 12"



D				GRAF Sicker Tunnel 300L LKW befahrbar				Artikel-Nr. product no. article no. artículo no.	230010
GB	GRAF Infiltration tunnel 300L lorry bearing		ES	GRAF Túnel de infiltración 300L transitable por camiones		FR	GRAF Tunnel d'Epan dage 300L passage camions		Otto Graf GmbH Carl-Zeiss-Str. 2-6 DE-79331 Teningen mail@graf.info www.graf.info
	gezeichnet, drawn	ISC	Gewicht, weight	11 kg	revision				
	Datum, date	2019.02.11	Toleranz, tolerance	+/- 3%	Maßstab, scale	M 1:15	Einheiten, units	mm [inch] gal. = US gal.	





# Mini separadores de grasas

Instalación bajo fregadero - De 60 y 100L



## Mini separadores de grasas

Diseñados para retener las grasas generadas en las cocinas

Fabricados según norma EN1825



UNE - 1825

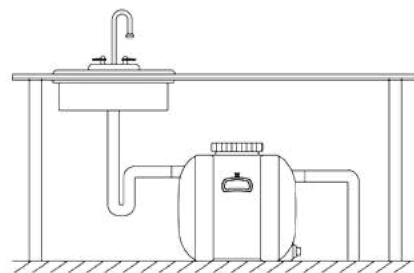
## Funcionamiento

El sistema reduce la velocidad del caudal de entrada de manera que:

- Los sólidos se depositan en el fondo del depósito.
- Las grasas se acumulan en la parte superior del depósito.
- El agua libre de grasas fluye hacia el exterior.

## Instalación bajo fregadero

- Fácil manipulación. Amplia boca superior de  $\varnothing 200\text{mm}$  y 2 asas laterales
- Conexiones entrada/salida PVC DN50
- Sistema vaciado total
- Depósito rectangular alta resistencia (PEAD)



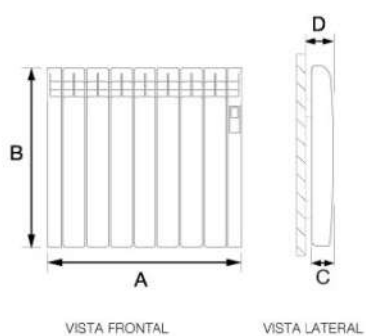
Volumen [L]	Tamaño nominal [L/s]	Volumen [L] decantador	Volumen [L] separador	Largo [mm]	Ancho [mm]	Alto [mm]	Peso [kg]	Código
60	0,6	20	17	520	355	530	3,5	108128
100	0,8	40	35	600	410	610	5,7	108129

### **12.5. ANEXOS: SISTEMA DE CALEFACCIÓN**



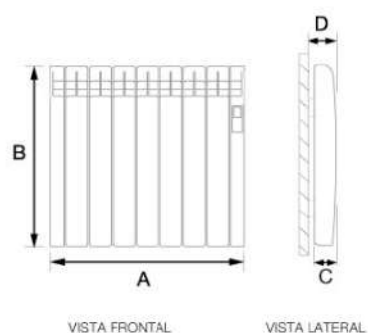
## IP 24C

MODELO	ELEM.	POTENCIA	TENSIÓN	ALTO (mm)	ANCHO (mm)	PROF. (mm)	PROF. INST. (mm)	PESO CON EMBALAJE
DNW0330RAD DNB0330RAD DNR0330RAD	3	330 W	230V~	585	350	97	120	8,8 kg
DNW0550RAD DNB0550RAD DNR0550RAD	5	550 W	230V~	585	510	97	120	13,3 kg
DNW0770RAD DNB0770RAD DNR0770RAD	7	770 W	230V~	585	675	97	120	17,5 kg
DNW0990RAD DNB0990RAD DNR0990RAD	9	990 W	230V~	585	835	97	120	21,5 kg
DNW1210RAD DNB1210RAD DNR1210RAD	11	1.210 W	230V~	585	992	97	120	25,2 kg
DNW1430RAD DNB1430RAD DNR1430RAD	13	1.430 W	230V~	585	1.160	97	120	27 kg
DNW1600RAD DNB1600RAD DNR1600RAD	15	1.600 W	230V~	585	1.320	97	120	33,2 kg



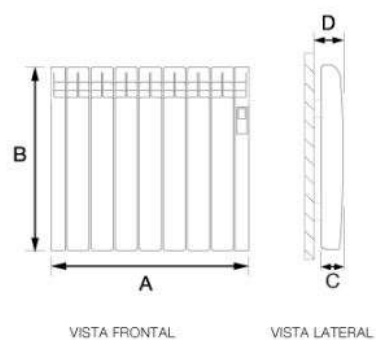
\* En tests realizados por laboratorios independientes comparando bajo los mismos parámetros un radiador con tecnología Fuzzy Logic Energy Control y otro con Optimizer Energy Plus (primera tecnología de control energético Roointe), se obtuvo una diferencia de consumo energético del 6,3%. Este ahorro permite que los radiadores con Fuzzy Logic Energy Control utilicen un promedio de potencia de tan sólo el 38% de la potencia nominal que definimos como coeficiente equivalente de consumo. Si multiplicamos la potencia nominal por el coeficiente equivalente de consumo obtenemos la potencia efectiva.

REFERENCIA PRODUCTO	DNW0330RAD
A - Anchura	350 mm
B - Altura	585 mm
C - Profundidad	97 mm
D - Fondo instalado	120 mm
Peso producto	7.7 kg
Peso con embalaje	8.8 kg
Acabado	Blanco RAL 9016
Potencia nominal	330 W
Potencia efectiva*	125 W <sup>(*)</sup>
Temperatura superficial	40 °C <sup>(*)</sup>
Voltaje	230 V ~
Corriente	1.5 A
Potencia por elemento	110 W
Grado de protección	IP24C
Código EAN	8436045912459



\* En tests realizados por laboratorios independientes comparando bajo los mismos parámetros un radiador con tecnología Fuzzy Logic Energy Control y otro con Optimizer Energy Plus (primera tecnología de control energético Rointe), se obtuvo una diferencia de consumo energético del 6,3%. Este ahorro permite que los radiadores con Fuzzy Logic Energy Control utilicen un promedio de potencia de tan sólo el 38% de la potencia nominal que definimos como coeficiente equivalente de consumo. Si multiplicamos la potencia nominal por el coeficiente equivalente de consumo obtenemos la potencia efectiva.

REFERENCIA PRODUCTO	DNB0550RAD
A - Anchura	510 mm
B - Altura	585 mm
C - Profundidad	97 mm
D - Fondo instalado	120 mm
Peso producto	12,2 kg
Peso con embalaje	13,3 kg
Acabado	Blanco RAL 9016
Potencia nominal	550 W
Potencia efectiva*	209 W <sup>(*)</sup>
Temperatura superficial	40 °C <sup>(*)</sup>
Voltaje	230 V ~
Corriente	2,4 A
Potencia por elemento	110 W
Grado de protección	IP24C
Código EAN	8436045912534



\* En tests realizados por laboratorios independientes comparando bajo los mismos parámetros un radiador con tecnología Fuzzy Logic Energy Control y otro con Optimizer Energy Plus (primera tecnología de control energético Rointe), se obtuvo una diferencia de consumo energético del 6.3%. Este ahorro permite que los radiadores con Fuzzy Logic Energy Control utilicen un promedio de potencia de tan sólo el 38% de la potencia nominal que definimos como coeficiente equivalente de consumo. Si multiplicamos la potencia nominal por el coeficiente equivalente de consumo obtenemos la potencia efectiva.

REFERENCIA PRODUCTO	DNW0770RAD
A - Anchura	675 mm
B - Altura	585 mm
C - Profundidad	97 mm
D - Fondo instalado	120 mm
Peso producto	16.4 kg
Peso con embalaje	18 kg
Acabado	Blanco RAL 9016
Potencia nominal	770 W
Potencia efectiva*	293 W <sup>(*)</sup>
Temperatura superficial	40 °C <sup>(*)</sup>
Voltaje	230 V ~
Corriente	3.4 A
Potencia por elemento	110 W
Grado de protección	IP24C
Código EAN	8436045912473

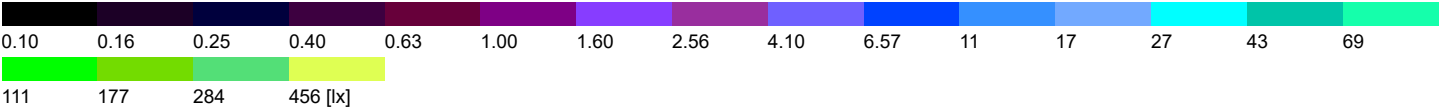
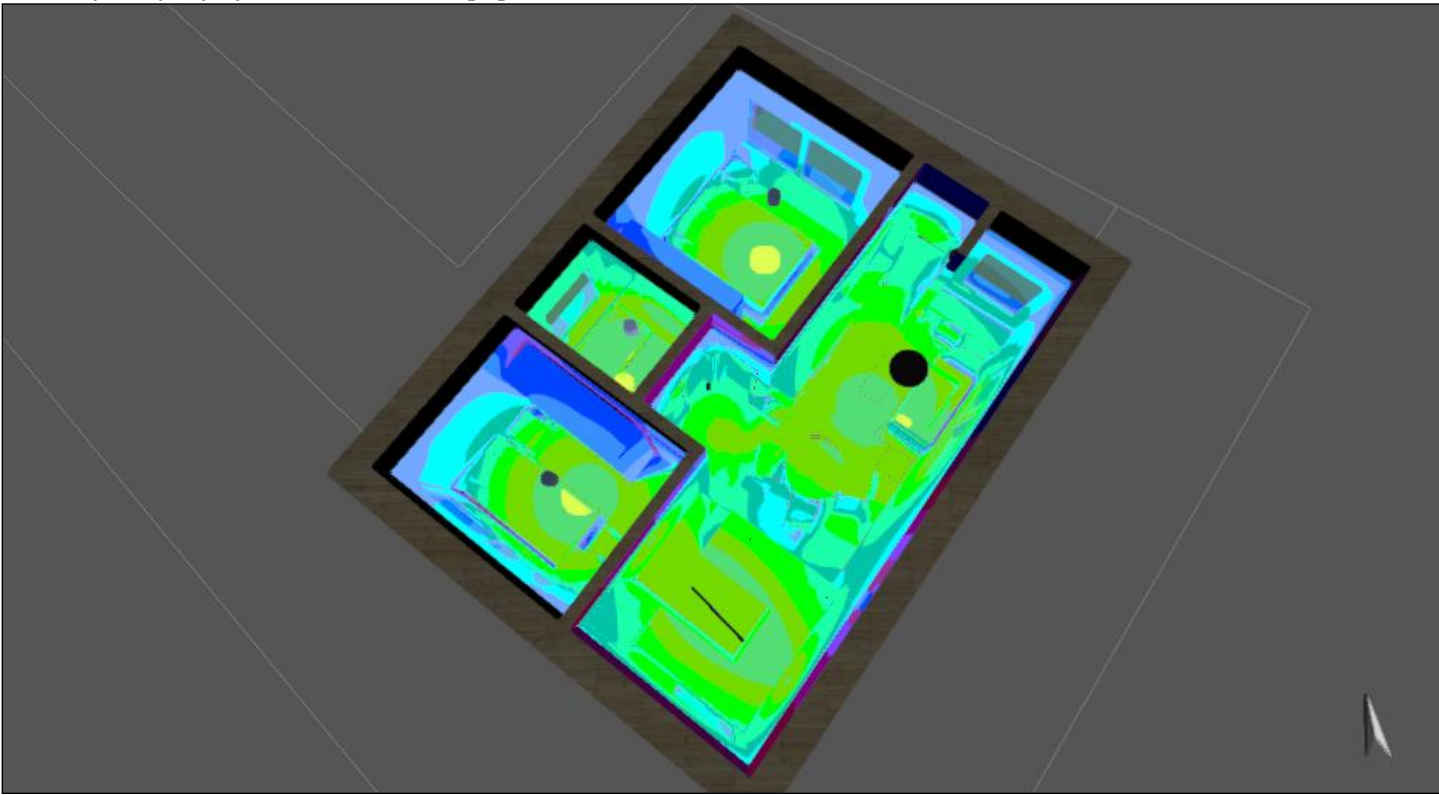
## **12.6. ANEXOS: SISTEMA ELÉCTRICO**

## Proyecto 1



Proyecto 1

Planta (nivel) 1 (60), Iluminancias en [lx]



Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / LEDS-C4 05-2708-21-21 OPEN 1xOPEN POWER LED CREE 4.5W 3000K 350mA /  
LEDS-C4 - OPEN (1xOPEN POWER LED CREE 4.5W 3000K 350mA)

## LEDS-C4 05-2708-21-21 OPEN 1xOPEN POWER LED CREE 4.5W 3000K 350mA

Wall lamp  
LED CREE 4,5W 3000K



Grado de eficacia de funcionamiento: 99.83%

Flujo luminoso de lámparas: 320 lm

Flujo luminoso de las luminarias: 319 lm

Potencia: 4.5 W

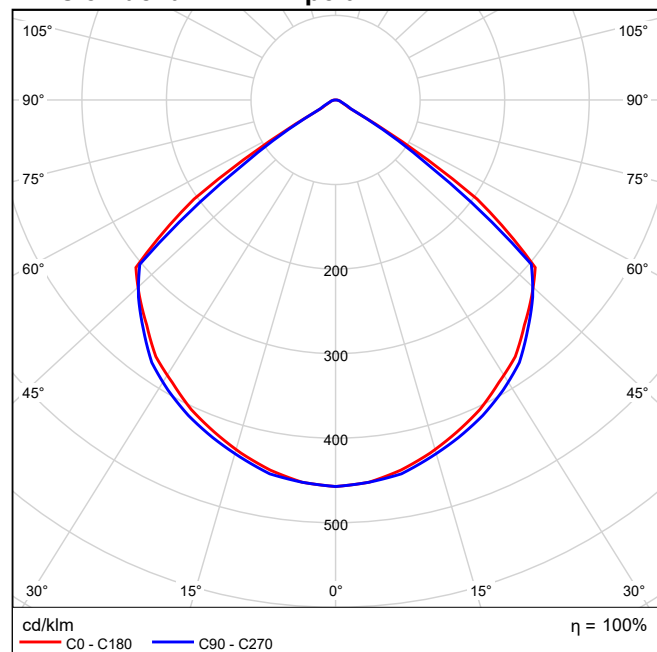
Rendimiento lumínico: 71.0 lm/W

Indicaciones colorimétricas

1xOPEN POWER LED CREE 4.5W 3000K 350mA: CCT 3000 K, CRI

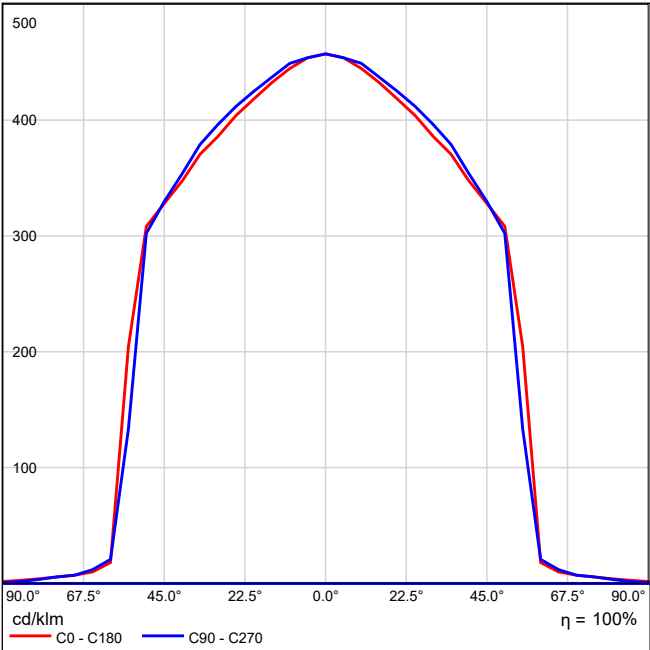
79

### Emisión de luz 1 / CDL polar

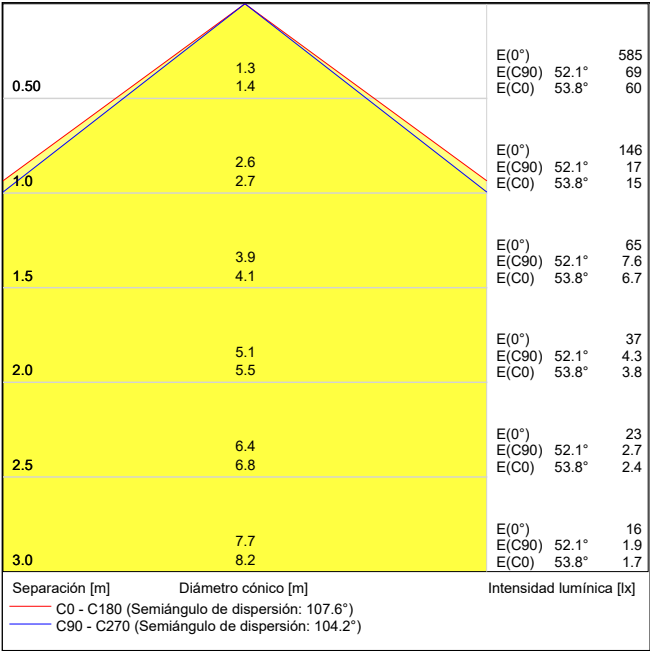




Emisión de luz 1 / CDL lineal

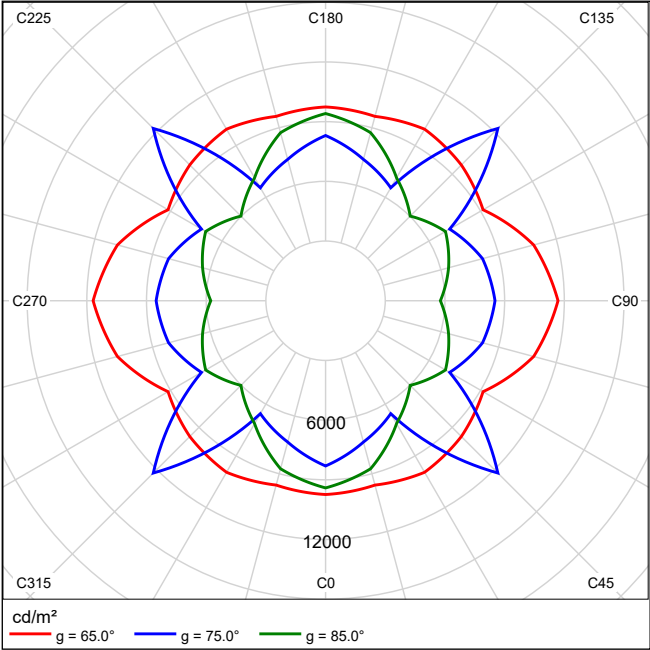


Emisión de luz 1 / Diagrama conico



Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / LEDS-C4 05-2708-21-21 OPEN 1xOPEN POWER LED CREE 4.5W 3000K 350mA / LEDS-C4 - OPEN (1xOPEN POWER LED CREE 4.5W 3000K 350mA)

Emisión de luz 1 / Diagrama de densidad luminica



Emisión de luz 1 / Diagrama UGR

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	29.2	30.3	29.5	30.5	30.7	29.0	30.1	29.3	30.3	30.5	
	3H	29.0	30.0	29.4	30.3	30.5	28.9	29.8	29.2	30.1	30.3	
	4H	29.0	29.9	29.3	30.1	30.4	28.8	29.7	29.1	30.0	30.2	
	6H	28.9	29.7	29.3	30.0	30.3	28.7	29.6	29.1	29.8	30.1	
	8H	28.9	29.7	29.2	30.0	30.3	28.7	29.5	29.1	29.8	30.1	
	12H	28.9	29.6	29.2	29.9	30.2	28.7	29.4	29.0	29.7	30.0	
4H	2H	29.1	30.0	29.4	30.2	30.5	28.9	29.8	29.2	30.1	30.3	
	3H	28.9	29.7	29.3	30.0	30.3	28.8	29.5	29.1	29.8	30.2	
	4H	28.9	29.5	29.3	29.9	30.2	28.7	29.4	29.1	29.7	30.1	
	6H	28.8	29.4	29.2	29.7	30.1	28.7	29.2	29.1	29.6	30.0	
	8H	28.8	29.3	29.2	29.7	30.1	28.6	29.1	29.1	29.5	29.9	
	12H	28.8	29.2	29.2	29.6	30.1	28.6	29.1	29.0	29.5	29.9	
8H	4H	28.8	29.3	29.2	29.7	30.1	28.6	29.1	29.0	29.5	29.9	
	6H	28.7	29.1	29.2	29.6	30.0	28.6	29.0	29.0	29.4	29.9	
	8H	28.7	29.1	29.2	29.5	30.0	28.5	28.9	29.0	29.3	29.8	
	12H	28.7	29.0	29.1	29.4	29.9	28.5	28.8	29.0	29.3	29.8	
12H	4H	28.7	29.2	29.2	29.6	30.0	28.6	29.0	29.0	29.4	29.9	
	6H	28.7	29.0	29.1	29.5	30.0	28.5	28.9	29.0	29.3	29.8	
	8H	28.6	29.0	29.1	29.4	29.9	28.5	28.8	29.0	29.3	29.8	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H		+1.9 / -1.6					+2.2 / -3.2					
S = 1.5H		+3.2 / -11.6					+3.9 / -10.9					
S = 2.0H		+5.1 / -12.4					+5.8 / -11.9					
Tabla estándar		BK00					BK00					
umando de corrección		10.7					10.5					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 320lm Flujo luminoso total												

Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25

LEDS-C4 15-5265-60-00 PLAY DECO SURFACE 1x71-2909-14-37V1

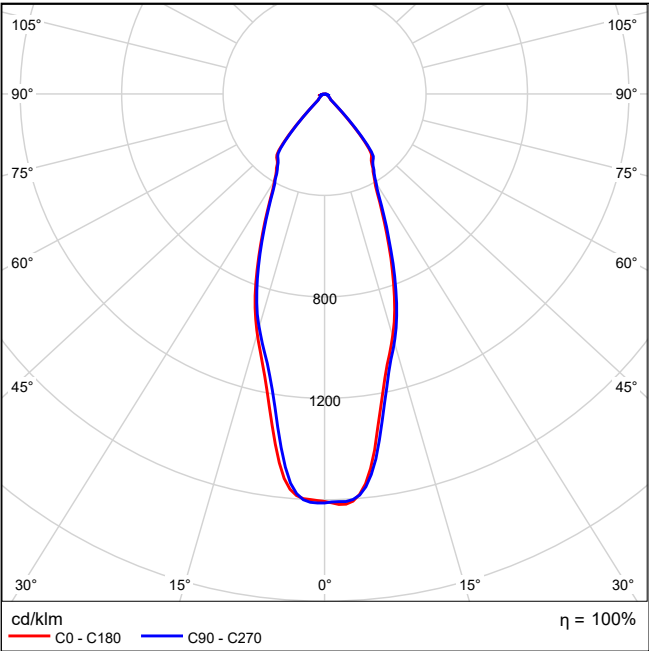


Surface lamp

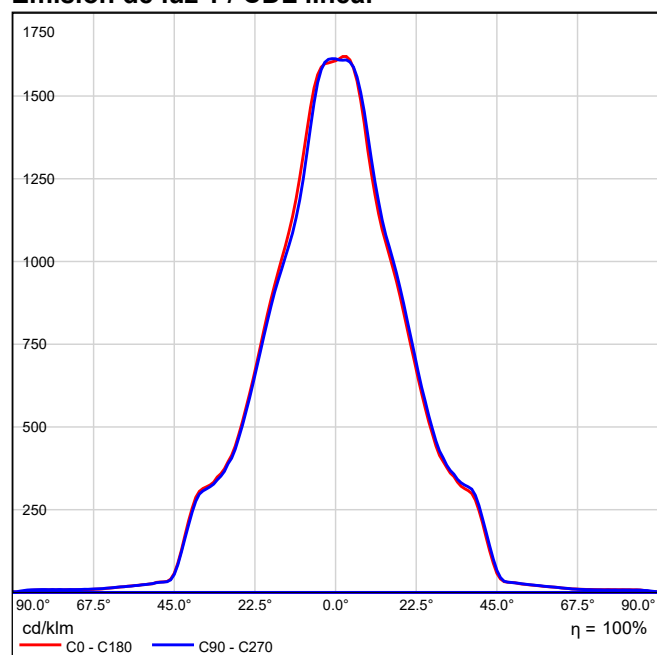
Grado de eficacia de funcionamiento: 99.97%  
Flujo luminoso de lámparas: 541 lm  
Flujo luminoso de las luminarias: 540 lm  
Potencia: 8.0 W  
Rendimiento lumínico: 67.6 lm/W

Indicaciones colorimétricas  
1x71-2909-14-37V1: CCT 3000 K, CRI 80

Emisión de luz 1 / CDL polar

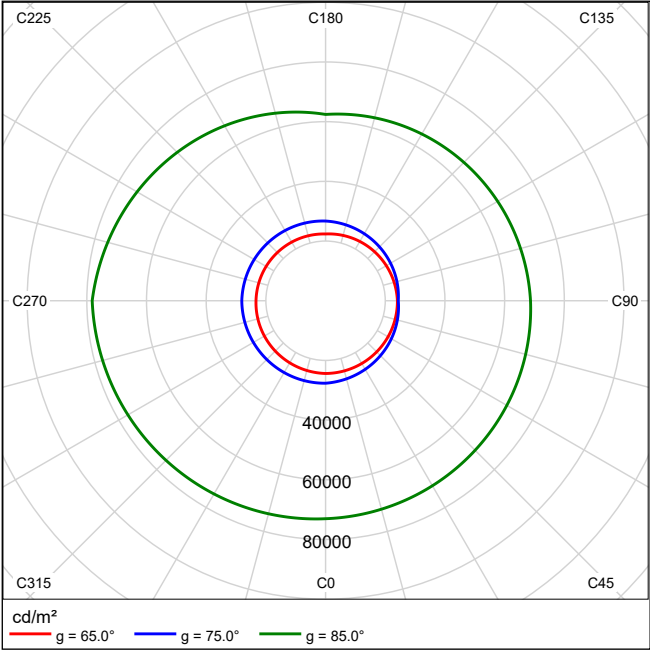


## Emisión de luz 1 / CDL lineal



No se puede crear un diagrama de cono porque la distribución luminosa es asimétrica.

Emisión de luz 1 / Diagrama de densidad luminica



No se puede crear un diagrama UGR porque la distribución luminosa es asimétrica.

Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Molto Luce 445-01501426 BADO SD 500 W/DL 37W 4000K Microprismen schwarz  
1xBADO SD 500 W/DL / Molto Luce - BADO SD 500 W/DL 37W 4000K Microprismen schwarz (1xBADO SD 500 W/DL)

## Molto Luce 445-01501426 BADO SD 500 W/DL 37W 4000K Microprismen schwarz 1xBADO SD 500 W/DL



Wand-/ Deckenleuchte, Aluminium, schwarz pulverbeschichtet RAL 9004, rund, direkt strahlend, Microprismenoptik, Energieeffiziente LEDs mit hoher Farbwiedergabe, inkl. Konverter, Dimmbare und CRI>90 Versionen auf Anfrage

### Fotometría absoluta

Flujo luminoso de las luminarias: 4500 lm

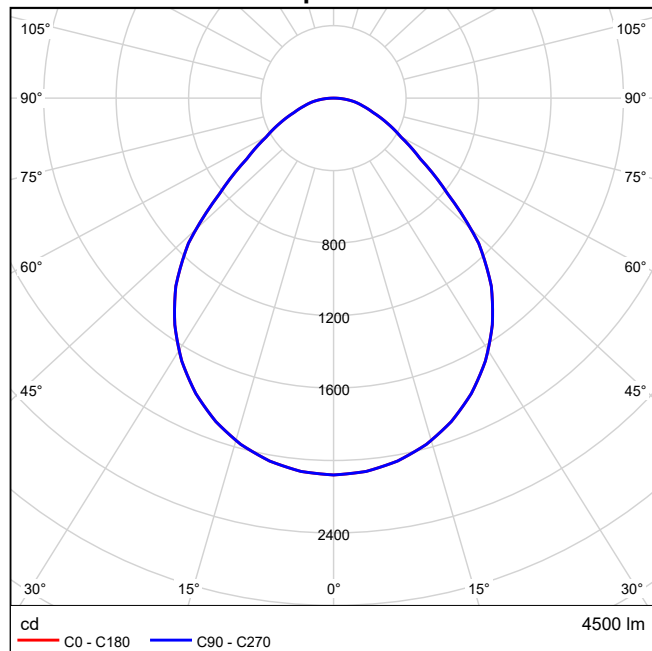
Potencia: 37.0 W

Rendimiento lumínico: 121.6 lm/W

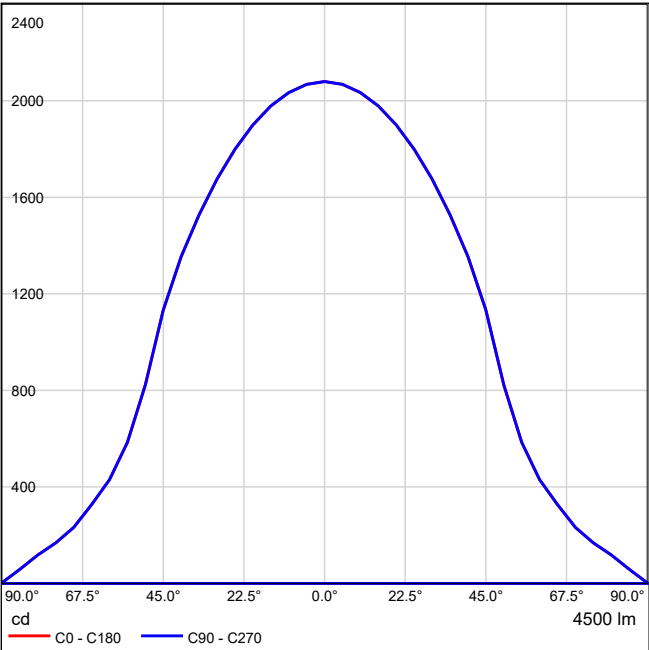
### Indicaciones colorimétricas

1xBADO SD 500 W/DL: CCT 4000 K, CRI 80

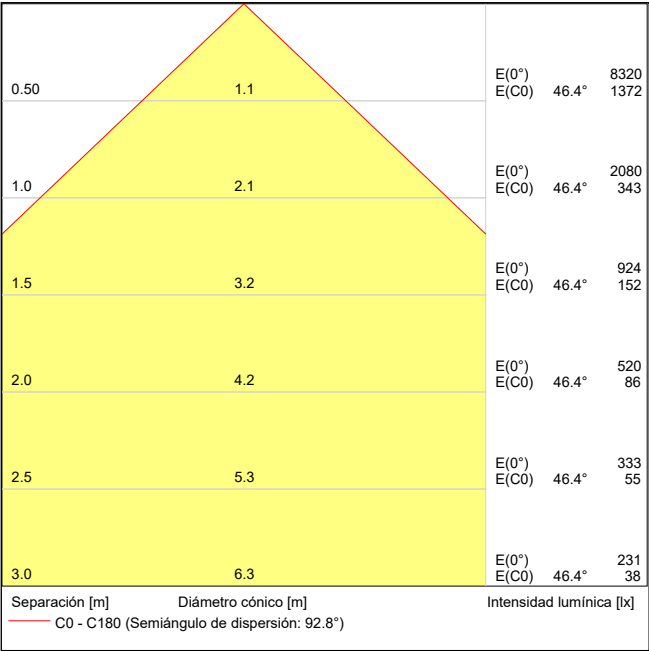
### Emisión de luz 1 / CDL polar



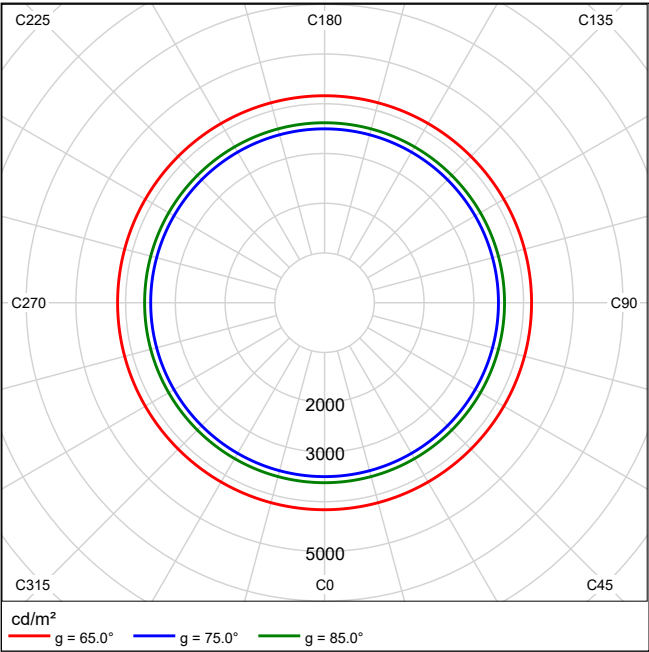
Emisión de luz 1 / CDL lineal



Emisión de luz 1 / Diagrama conico



Emisión de luz 1 / Diagrama de densidad luminica



Emisión de luz 1 / Diagrama UGR

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	18.1	19.3	18.4	19.5	19.7	18.1	19.3	18.4	19.5	19.7	
	3H	18.9	20.0	19.3	20.2	20.5	18.9	20.0	19.3	20.2	20.5	
	4H	19.3	20.3	19.6	20.6	20.8	19.3	20.3	19.6	20.6	20.8	
	6H	19.7	20.6	20.0	20.9	21.2	19.7	20.6	20.0	20.9	21.2	
	8H	19.8	20.7	20.2	21.0	21.3	19.8	20.7	20.2	21.0	21.3	
	12H	20.0	20.8	20.3	21.1	21.4	20.0	20.8	20.3	21.1	21.4	
4H	2H	18.5	19.5	18.8	19.7	20.0	18.5	19.5	18.8	19.7	20.0	
	3H	19.5	20.3	19.9	20.6	21.0	19.5	20.3	19.9	20.6	21.0	
	4H	20.0	20.7	20.4	21.1	21.4	20.0	20.7	20.4	21.1	21.4	
	6H	20.5	21.2	20.9	21.5	21.9	20.5	21.2	20.9	21.5	21.9	
	8H	20.8	21.3	21.2	21.7	22.1	20.8	21.3	21.2	21.7	22.1	
	12H	20.9	21.5	21.4	21.9	22.3	20.9	21.5	21.4	21.9	22.3	
8H	4H	20.2	20.8	20.7	21.2	21.6	20.2	20.8	20.7	21.2	21.6	
	6H	20.9	21.4	21.4	21.8	22.3	20.9	21.4	21.4	21.8	22.3	
	8H	21.2	21.6	21.7	22.1	22.6	21.2	21.6	21.7	22.1	22.6	
	12H	21.5	21.8	22.0	22.3	22.8	21.5	21.8	22.0	22.3	22.8	
12H	4H	20.2	20.8	20.7	21.2	21.6	20.2	20.8	20.7	21.2	21.6	
	6H	21.0	21.4	21.4	21.8	22.3	21.0	21.4	21.4	21.8	22.3	
	8H	21.3	21.7	21.8	22.2	22.7	21.3	21.7	21.8	22.2	22.7	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H S = 1.5H S = 2.0H		+0.3 / -0.4 +0.6 / -0.8 +1.2 / -1.2					+0.3 / -0.4 +0.6 / -0.8 +1.2 / -1.2					
Tabla estándar		BK04					BK04					
Factor de corrección		3.4					3.4					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 4500lm Flujo luminoso total												

Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25



## Ridi Leuchten GmbH 0321918 ADLR 195/2000-840 SMB 1xLED-M 14W/2100-840 GF



Anbaudownlights ADLR 195/... mit LED

### Ausführung:

Anbaudownlight Durchmesser 195 mm für Decken- und Pendelmontage, mit RIDI-LED-Modul. Gehäusezylinder und Geräteträgerplatte aus Stahlblech. Unterer Gehäuseering aus Metalldruckguss mit integrierter Haltevorrichtung zur werkzeuglosen Aufnahme des Dekorings, bzw. Zubehörs.

Gehäuse weiß (ähnlich RAL9016) pulverbeschichtet. Dekorring aus Polycarbonat (PC), weiß, mit Bajonettverschluss. Schutzart IP 40. Funktionsmodul aus weißem Polycarbonat, zur Aufnahme des Reflektors über Bajonettverschluss. Diffusor aus transparentem, innen satiniertem Polycarbonat zum Schutz der LEDs, in Funktionsmodul eingeklipst (Diffusor opal auf Anfrage lieferbar).

Farbwiedergabeindex Ra  $\geq 80$ , Farbtemperatur 3000 Kelvin (830), 4000 Kelvin (840), andere Farbtemperaturen auf Anfrage möglich.

Elektronischer Konverter für LED, 220-240 Volt, 0/50-60 Hz und innen liegender Anschlussklemme 5x2,5mm<sup>2</sup>. Geeignet für Gleichspannungsbetrieb und den Einsatz in Zentralbatterieanlagen.

### Montage:

Die Leuchte ist für die Einzelmontage an der Decke oder mit Zubehör zum Abpendeln vorgesehen. Schraubenmaterial und dergleichen ist bauseits zu beschaffen.

### ADLR 195/... SMB

Durchmesser 195 mm. Reflektor matt, aus stückeloxiertem Reinaluminium, breitstrahlend.

Grado de eficacia de funcionamiento: 91.68%

Flujo luminoso de lámparas: 2100 lm

Flujo luminoso de las luminarias: 1925 lm

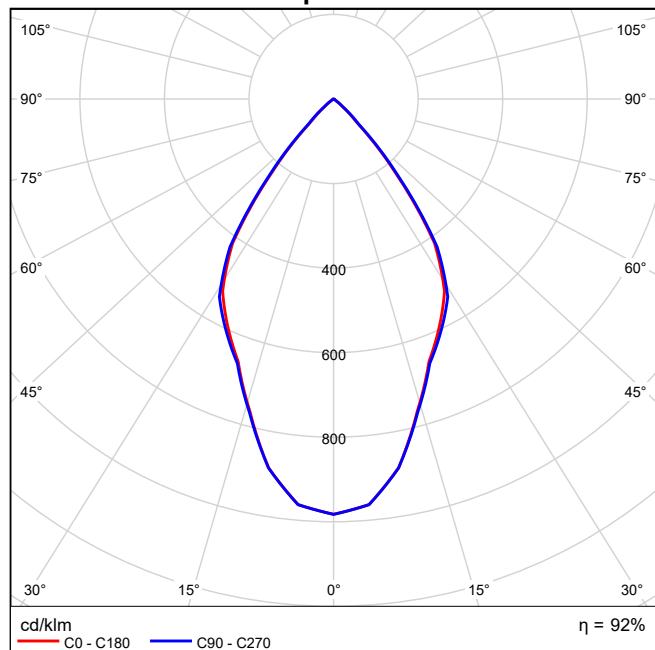
Potencia: 16.0 W

Rendimiento lumínico: 120.3 lm/W

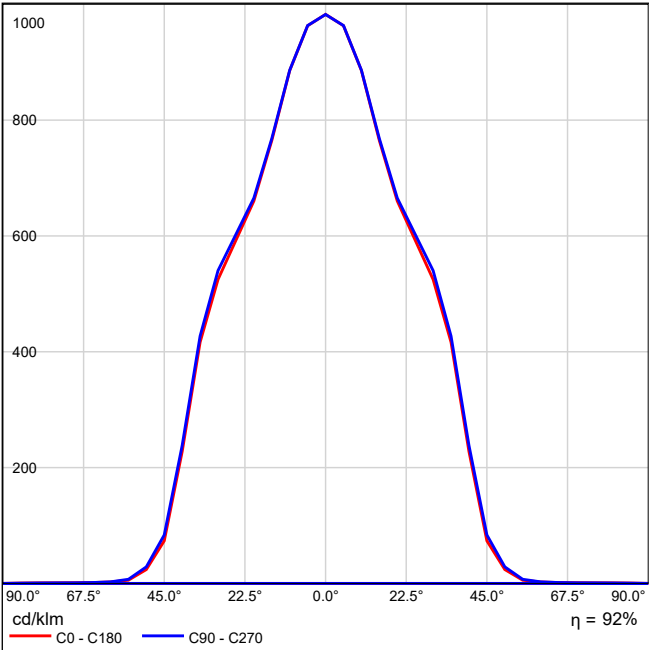
Indicaciones colorimétricas

1xLED-M 14W/2100-840 GF: CCT 4000 K, CRI 80

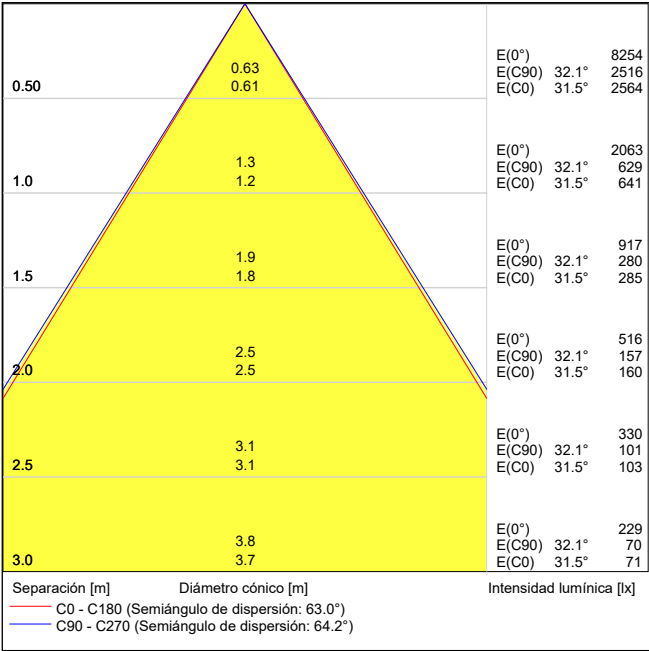
### Emisión de luz 1 / CDL polar



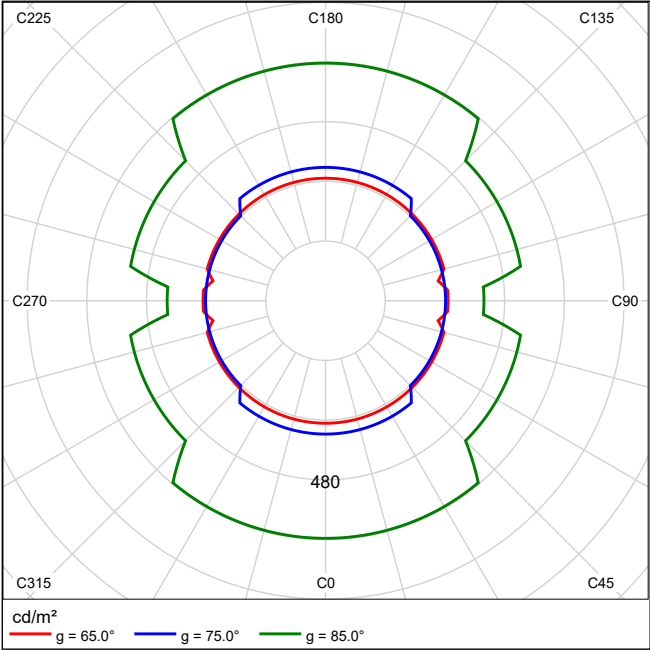
Emisión de luz 1 / CDL lineal



Emisión de luz 1 / Diagrama conico



Emisión de luz 1 / Diagrama de densidad lumínica



Emisión de luz 1 / Diagrama UGR

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	17.7	18.5	18.0	18.7	18.9	18.0	18.7	18.2	18.9	19.1	
	3H	17.6	18.3	17.9	18.5	18.7	17.8	18.5	18.1	18.7	18.9	
	4H	17.5	18.2	17.8	18.4	18.7	17.8	18.4	18.1	18.6	18.9	
	6H	17.5	18.0	17.8	18.3	18.6	17.7	18.2	18.0	18.5	18.8	
	8H	17.4	18.0	17.8	18.3	18.6	17.7	18.2	18.0	18.5	18.8	
	12H	17.4	17.9	17.8	18.2	18.5	17.6	18.1	18.0	18.4	18.7	
4H	2H	17.5	18.2	17.8	18.4	18.7	17.8	18.4	18.1	18.6	18.9	
	3H	17.4	17.9	17.7	18.2	18.5	17.6	18.1	18.0	18.4	18.7	
	4H	17.3	17.8	17.7	18.1	18.4	17.5	18.0	17.9	18.3	18.7	
	6H	17.3	17.6	17.7	18.0	18.4	17.5	17.8	17.9	18.2	18.6	
	8H	17.2	17.6	17.6	17.9	18.3	17.4	17.8	17.9	18.1	18.5	
	12H	17.2	17.5	17.6	17.9	18.3	17.4	17.7	17.8	18.1	18.5	
8H	4H	17.2	17.5	17.6	17.9	18.3	17.4	17.8	17.8	18.1	18.5	
	6H	17.1	17.4	17.6	17.8	18.3	17.4	17.6	17.8	18.0	18.5	
	8H	17.1	17.3	17.6	17.8	18.2	17.3	17.5	17.8	18.0	18.4	
	12H	17.1	17.2	17.5	17.7	18.2	17.3	17.4	17.7	17.9	18.4	
12H	4H	17.2	17.5	17.6	17.9	18.3	17.4	17.7	17.8	18.1	18.5	
	6H	17.1	17.3	17.6	17.7	18.2	17.3	17.5	17.8	18.0	18.4	
	8H	17.1	17.2	17.5	17.7	18.2	17.3	17.4	17.7	17.9	18.4	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H		+4.0 / -14.3					+4.0 / -14.4					
S = 1.5H		+6.8 / -15.9					+6.7 / -16.7					
S = 2.0H		+8.8 / -16.5					+8.7 / -17.5					
Tabla estándar		BK00					BK00					
umando de corrección		-1.2					-1.0					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2100lm Flujo luminoso total												

Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25

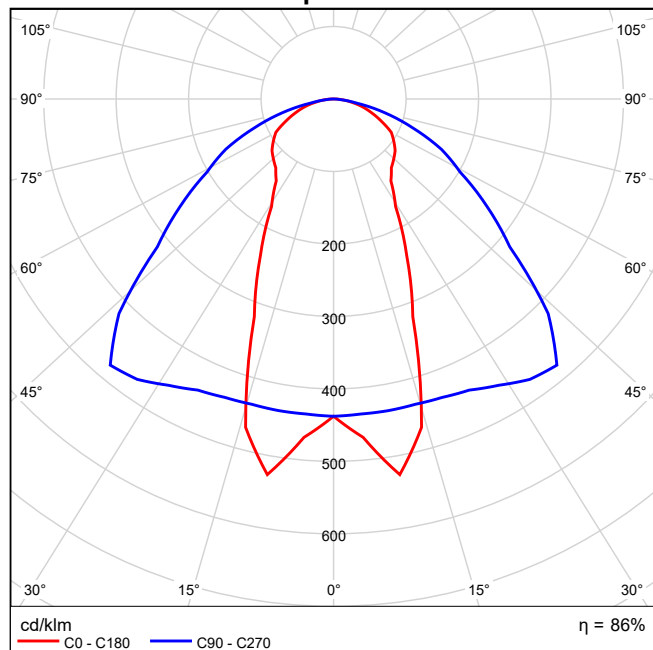
## Ridi Leuchten GmbH 0532515 VLDF-F139DAWS-300T840 1xLED-M 16W/3000-840 GF



Grado de eficacia de funcionamiento: 85.95%  
 Flujo luminoso de lámparas: 3000 lm  
 Flujo luminoso de las luminarias: 2579 lm  
 Potencia: 19.0 W  
 Rendimiento lumínico: 135.7 lm/W

Indicaciones colorimétricas  
 1xLED-M 16W/3000-840 GF: CCT 4000 K, CRI 80

### Emisión de luz 1 / CDL polar



### Lichtleiste VLDF-F

#### Ausführung:

Lichtleiste LED, Einzelleuchte, zur Anbau- und Pendelmontage.  
 Schmale, verwindungssteife profilierte Lichtleiste mit Geräteträger aus Stahlblech, weiß (ähnlich RAL9016) oder silber (SI, ähnlich RAL9006) kunstharzbeschichtet. LED-Träger aus pulverbeschichtetem Aluminiumstrangpressprofil, in den Geräteträger eingeklipst. Lineare RIDI-LED-Module über gesamte Länge mit dem Aluminiumprofil über patentiertes Befestigungsverfahren verbunden für optimale gleichmäßige Wärmeableitung. Die LED Module sind bis zu den LED-Trägerenden mit LEDs bestückt. Längsoptik aus extrudiertem, schlagzähem, UV-beständigem PMMA. Geräteträgeroberseite mit Kanal für externe Durchverdrahtung, max. 3x1,5 mm<sup>2</sup>, bzw. ø 8 mm. Zwei Kabeleinführungen auf der Geräteträgeroberseite. Endstirnteile aus schlagfestem, UV-stabilisiertem PC mit Ausbrechöffnung in die Leuchte, Durchmesser 11mm und Ausbrechöffnung in Rille auf Leuchtenoberseite Breite 8,5mm. Leuchtenausführung weiß mit Stirnteilen in Farbe weiß, Leuchtenausführung silber (SI) mit Stirnteilen in Farbe staubgrau RAL7037. LED-Linearmodule bestückt mit Mid-Power LEDs für gleichmäßige Ausleuchtung und maximale Effizienz. Farbtoleranz < 3 Step Mac Adam (initial). Betrieb der LED-Module in Schutzkleinspannung kleiner 60 Volt (SELV-konform).

#### Nennlebensdauer:

Umgebungstemperatur -20°C bis +40°C  
 LED-Komponenten: L80B50 > 50.000 Stunden

Farbwiedergabeindex Ra >= 80, Farbtemperatur 3000 Kelvin (830), 4000 Kelvin (840), andere Farbtemperaturen auf Anfrage möglich.

Elektronischer DALI-Konverter für LED, 220-240 Volt, 0/50-60 Hz und innen liegender Anschlussklemme 5x2,5mm<sup>2</sup>. Geeignet für Gleichspannungsbetrieb und den Einsatz in Zentralbatterieanlagen.

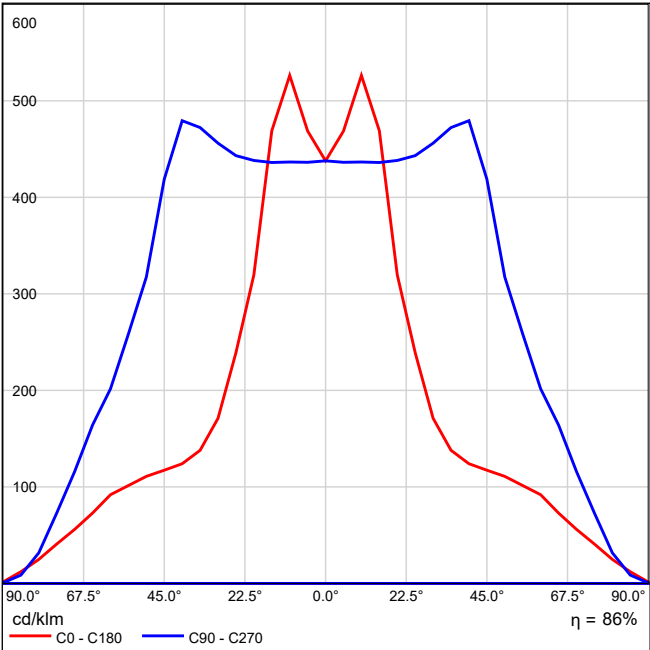
#### Montage:

Zur direkten Montage an normal entflammaren Materialien geeignet. Einfache, kostengünstige Einmannmontage mit Schrauben durch die Schlüssellöcher im Leuchtenoberteil oder mit flexiblem Befestigungsabstand über Befestigungsklammern (Zubehör). Für die Pendelmontage sind Befestigungssätze verfügbar, siehe Zubehör.

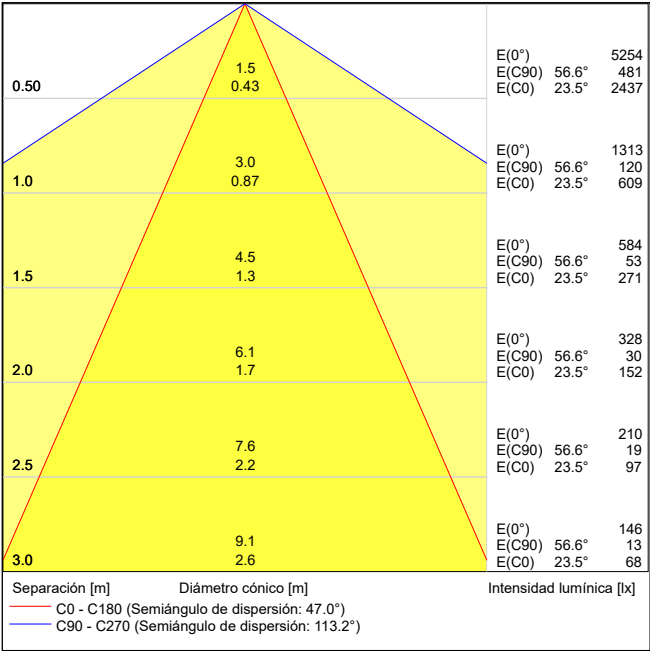
#### VLDF-F ...T...

Linearoptiken mit tief strahlender Lichtverteilung, extrudiert aus klarem, schlagzähem, UV-beständigem PMMA, flächenbündig integriert in den LED-Träger. Direkt strahlend.

Emisión de luz 1 / CDL lineal

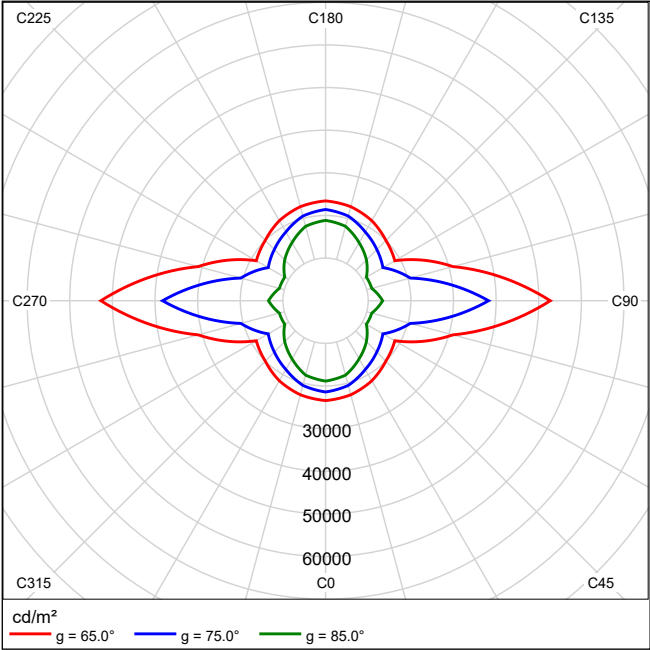


Emisión de luz 1 / Diagrama conico



Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Ridi Leuchten GmbH 0532515 VLDF-F139DAWS-300T840 1xLED-M 16W/3000-840 GF / Ridi Leuchten GmbH - VLDF-F139DAWS-300T840 (1xLED-M 16W/3000-840 GF)

Emisión de luz 1 / Diagrama de densidad lumínica

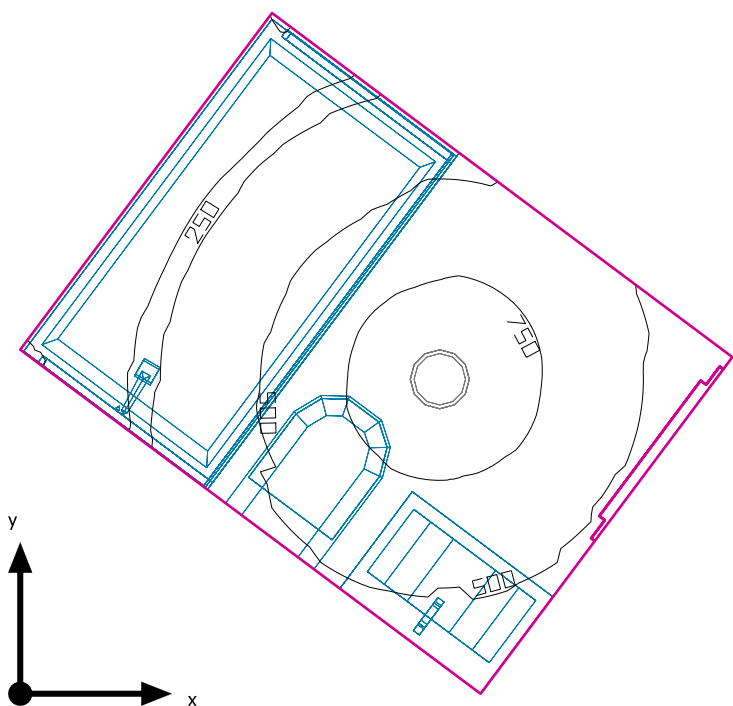


Emisión de luz 1 / Diagrama UGR

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	22.0	23.1	22.3	23.4	23.6	25.8	27.0	26.1	27.2	27.4	
	3H	23.7	24.8	24.0	25.0	25.3	27.3	28.4	27.6	28.6	28.9	
	4H	24.4	25.4	24.8	25.7	26.0	27.8	28.8	28.2	29.1	29.4	
	6H	25.0	25.9	25.3	26.2	26.5	28.2	29.1	28.5	29.4	29.7	
	8H	25.2	26.1	25.5	26.4	26.7	28.2	29.1	28.6	29.4	29.7	
	12H	25.3	26.2	25.7	26.5	26.8	28.3	29.1	28.6	29.4	29.7	
4H	2H	22.6	23.6	22.9	23.9	24.1	25.9	26.8	26.2	27.1	27.4	
	3H	24.5	25.3	24.9	25.7	26.0	27.4	28.3	27.8	28.6	28.9	
	4H	25.3	26.1	25.7	26.4	26.8	28.0	28.8	28.4	29.1	29.5	
	6H	26.0	26.7	26.5	27.1	27.4	28.4	29.1	28.9	29.5	29.9	
	8H	26.3	26.9	26.7	27.3	27.7	28.6	29.1	29.0	29.5	29.9	
	12H	26.5	27.0	26.9	27.4	27.9	28.6	29.1	29.0	29.5	30.0	
8H	4H	25.6	26.2	26.0	26.6	27.0	28.1	28.7	28.5	29.1	29.5	
	6H	26.4	26.9	26.9	27.3	27.8	28.5	29.0	29.0	29.4	29.9	
	8H	26.7	27.2	27.2	27.6	28.1	28.7	29.1	29.2	29.5	30.0	
	12H	27.0	27.4	27.5	27.9	28.4	28.8	29.1	29.2	29.6	30.1	
12H	4H	25.6	26.1	26.0	26.5	27.0	28.1	28.6	28.5	29.0	29.5	
	6H	26.4	26.8	26.9	27.3	27.8	28.5	29.0	29.0	29.4	29.9	
	8H	26.8	27.2	27.3	27.6	28.1	28.7	29.1	29.2	29.5	30.0	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H		+0.2 / -0.1					+0.4 / -0.4					
S = 1.5H		+0.1 / -0.2					+1.4 / -1.2					
S = 2.0H		+0.5 / -0.5					+2.4 / -2.0					
Tabla estándar		BK06					BK05					
Umbral de corrección		9.0					11.3					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3000lm Flujo luminoso total												

Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25

Baño



Altura interior del local: 2.500 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 70.3%, Suelo 23.4%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil: Baño	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.900 m, Zona marginal: 0.000 m	506 (≥ 150)	85.9	935	0.17	0.092


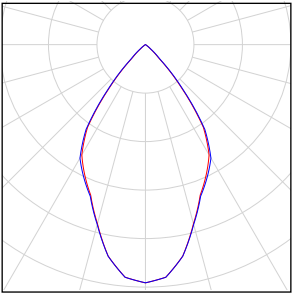
# Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
1 Ridi Leuchten GmbH - 0321918 ADLR 195/2000-840 SMB	1925	16.0	120.3
Suma total de luminarias	1925	16.0	120.3

Potencia específica de conexión: 6.06 W/m² = 1.20 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 2.64 m²)

Consumo: 8 - 13 kWh/a de un máximo de 100 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

Baño

Número de unidades	Luminaria (Emisión de luz)		
1	<div>Ridi Leuchten GmbH - 0321918 ADLR 195/2000-840 SMB</div> <div>Emisión de luz 1</div> <div>Lámpara: 1xLED-M 14W/2100-840 GF</div> <div>Grado de eficacia de funcionamiento: 91.68%</div> <div>Flujo luminoso de lámparas: 2100 lm</div> <div>Flujo luminoso de las luminarias: 1925 lm</div> <div>Potencia: 16.0 W</div> <div>Rendimiento lumínico: 120.3 lm/W</div> <div>Indicaciones colorimétricas</div> <div>1xLED-M 14W/2100-840 GF: CCT 4000 K, CRI 80</div>		

Flujo luminoso total de lámparas: 2100 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 1925 lm, Potencia total: 16.0 W, Rendimiento lumínico: 120.3 lm/W

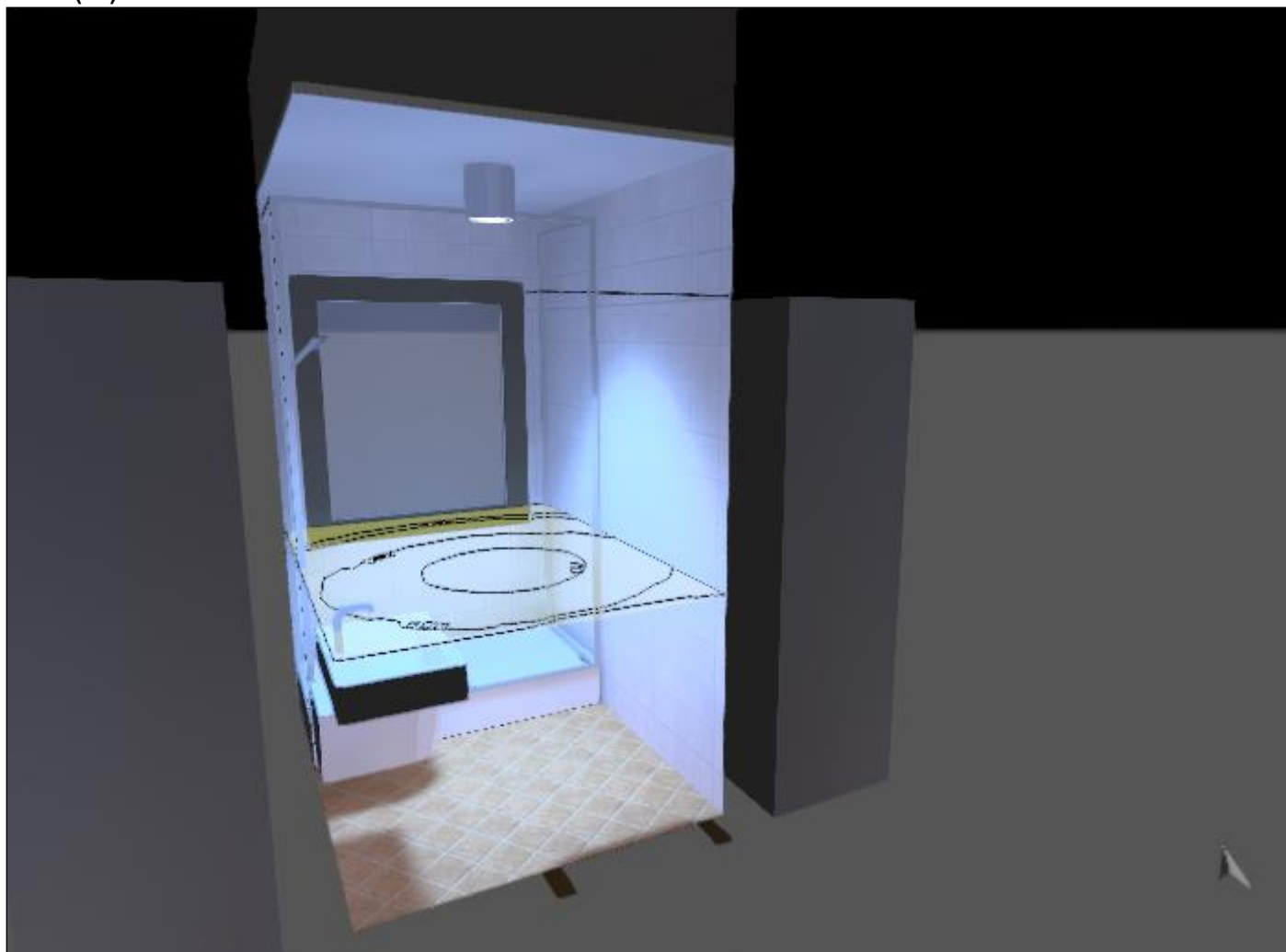


## Baño

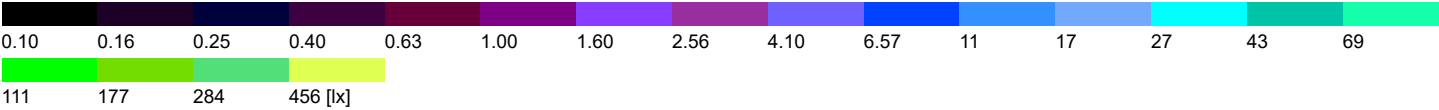
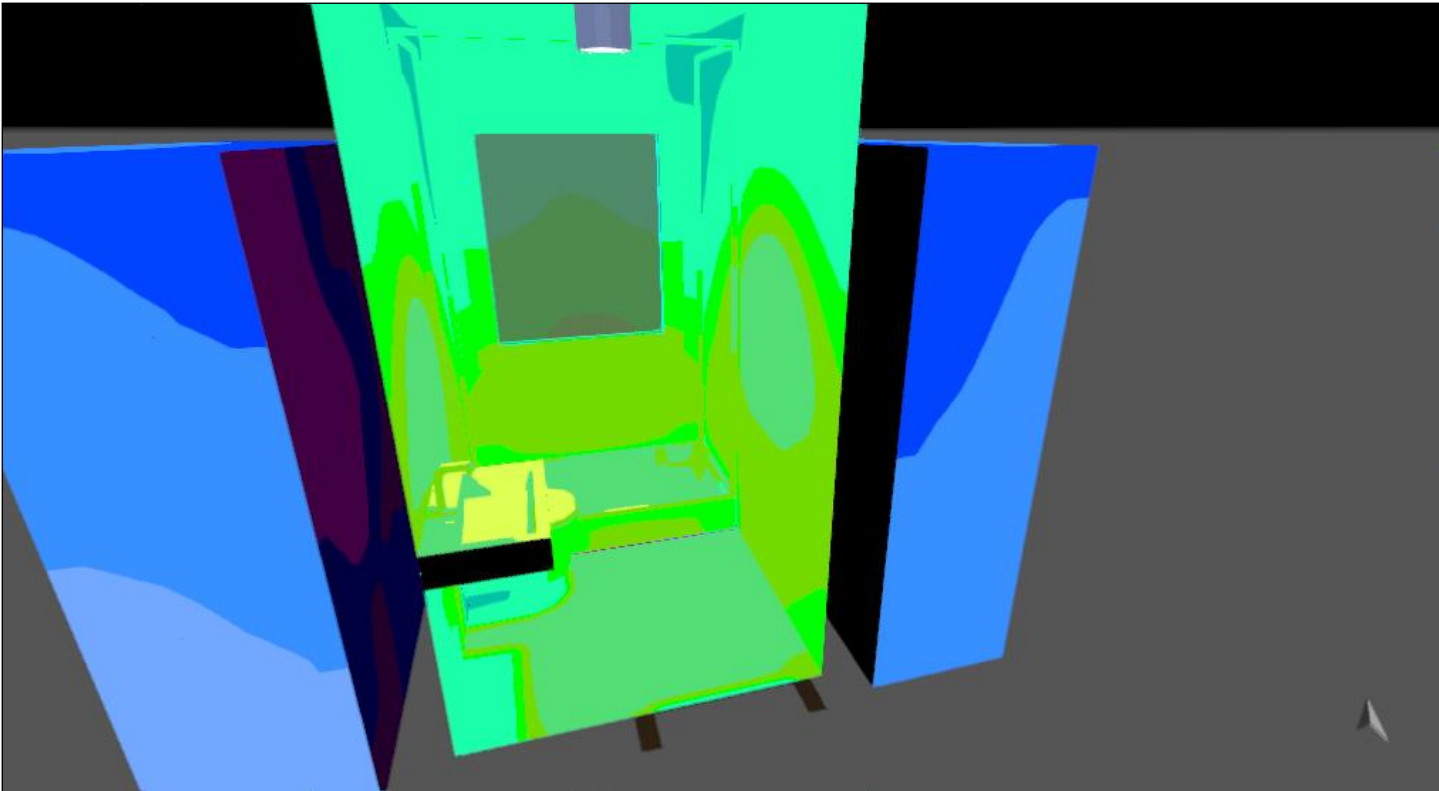
### Edificación 1 (69)

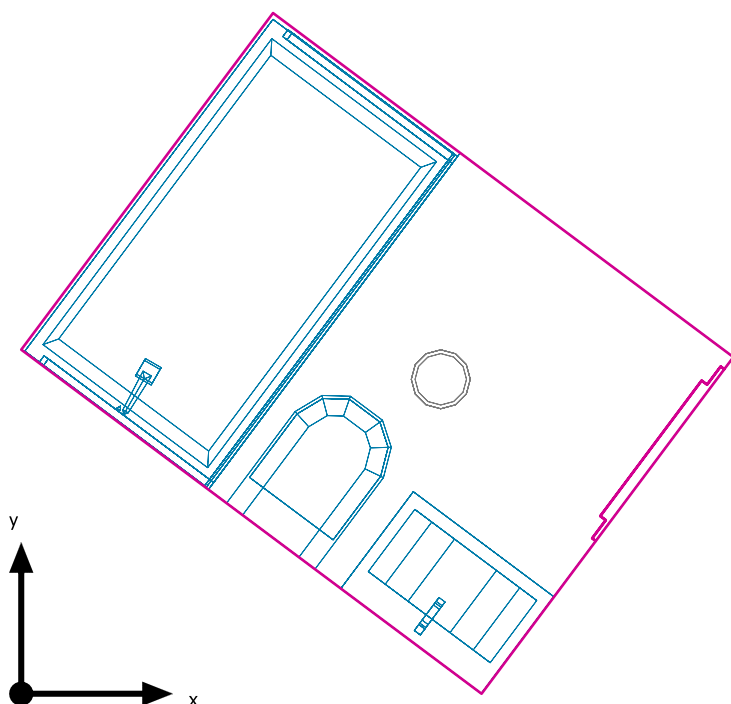


## Baño (44)



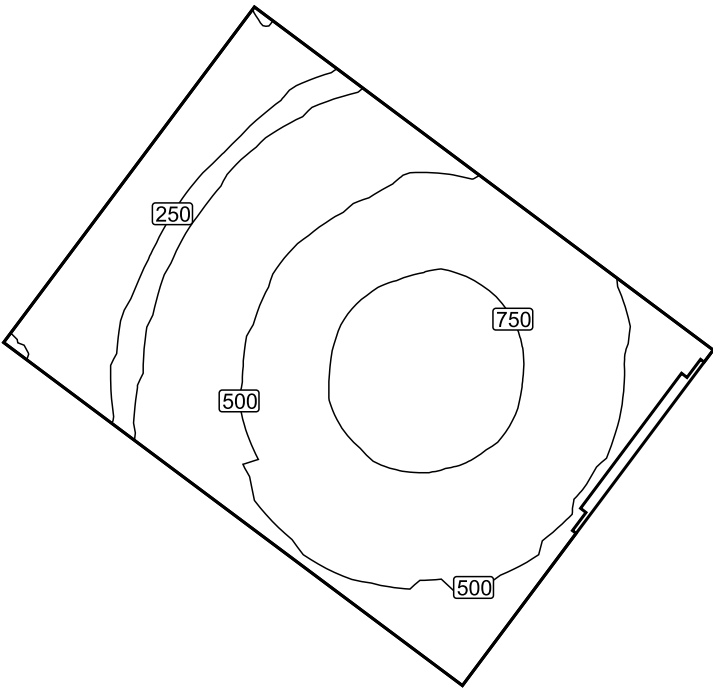
Baño (54), Iluminancias en [lx]



**Plano útil: Baño / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)****Plano útil: Baño: Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) (Superficie)****Escena de luz: Escena de luz 1**Media: 506 lx (Nominal:  $\geq 150$  lx), Min: 85.9 lx, Max: 935 lx, Mín./medio: 0.17, Mín./máx.: 0.092

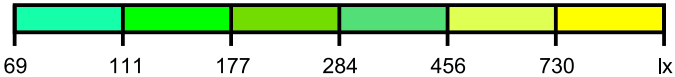
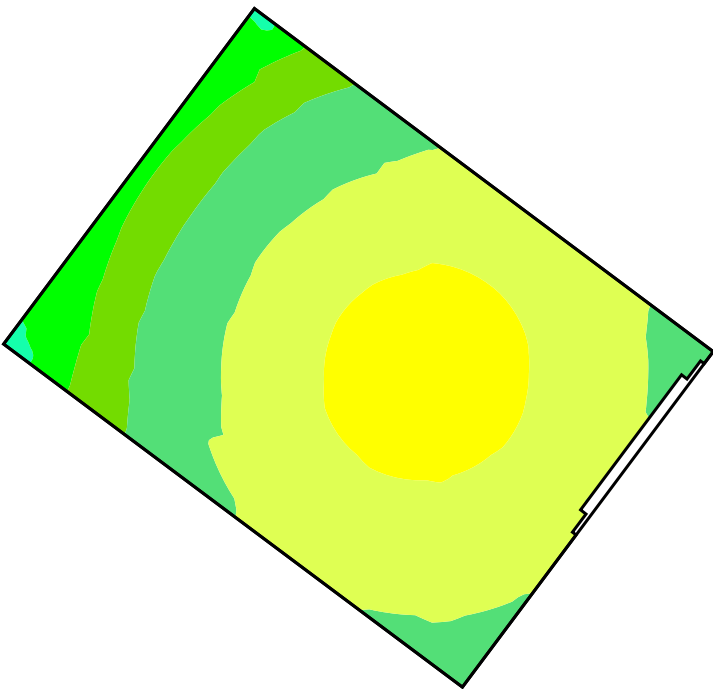
Altura: 0.900 m, Zona marginal: 0.000 m

Isolíneas [lx]



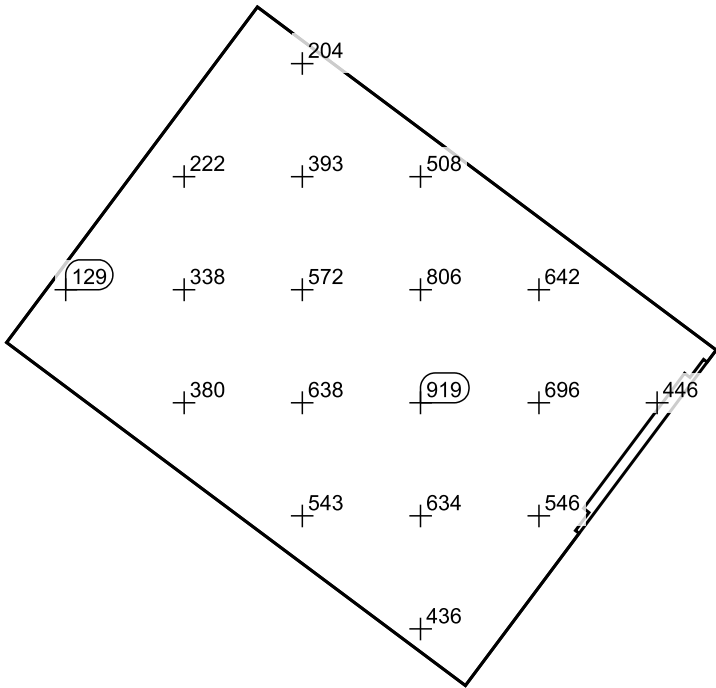
Escala: 1 : 25

Colores falsos [lx]



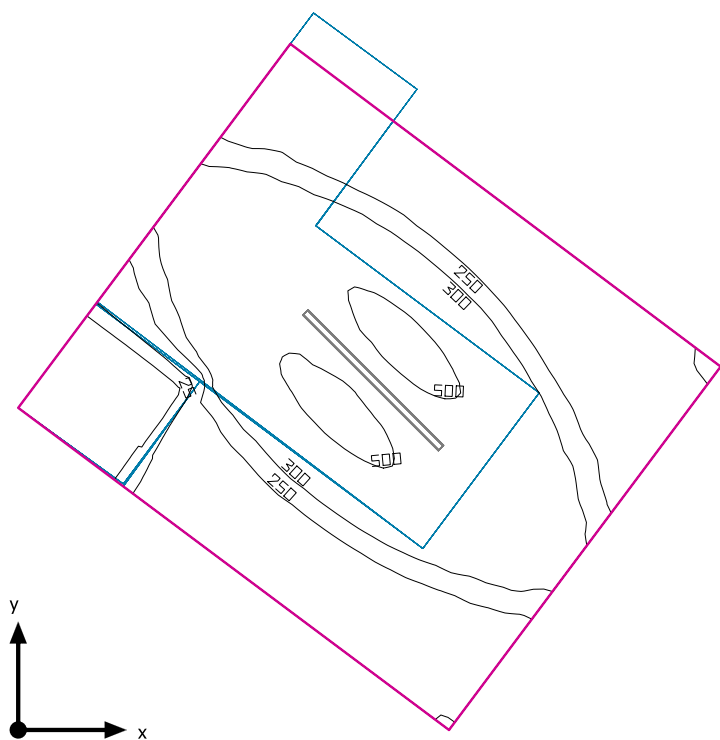
Escala: 1 : 25

Sistema de valores [lx]



Escala: 1 : 25

Cocina



Altura interior del local: 2.500 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 72.1%, Suelo 23.4%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil: Cocina	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.900 m, Zona marginal: 0.000 m	275 (≥ 200)	1.35	535	0.005	0.003


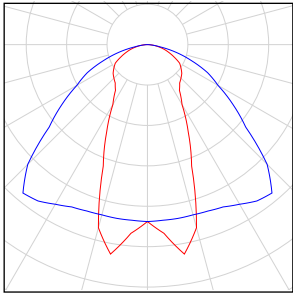
# Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
1 Ridi Leuchten GmbH - 0532515 VLDF-F139DAWS-300T840	2579	19.0	135.7
Suma total de luminarias	2579	19.0	135.7

Potencia específica de conexión: 3.63 W/m² = 1.32 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 5.23 m²)

Consumo: 56 - 74 kWh/a de un máximo de 200 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

Cocina

Número de unidades	Luminaria (Emisión de luz)		
1	<div>Ridi Leuchten GmbH - 0532515 VLDF-F139DAWS-300T840</div> <div>Emisión de luz 1</div> <div>Lámpara: 1xLED-M 16W/3000-840 GF</div> <div>Grado de eficacia de funcionamiento: 85.95%</div> <div>Flujo luminoso de lámparas: 3000 lm</div> <div>Flujo luminoso de las luminarias: 2579 lm</div> <div>Potencia: 19.0 W</div> <div>Rendimiento lumínico: 135.7 lm/W</div> <div>Indicaciones colorimétricas</div> <div>1xLED-M 16W/3000-840 GF: CCT 4000 K, CRI 80</div>		

Flujo luminoso total de lámparas: 3000 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 2579 lm, Potencia total: 19.0 W, Rendimiento lumínico: 135.7 lm/W

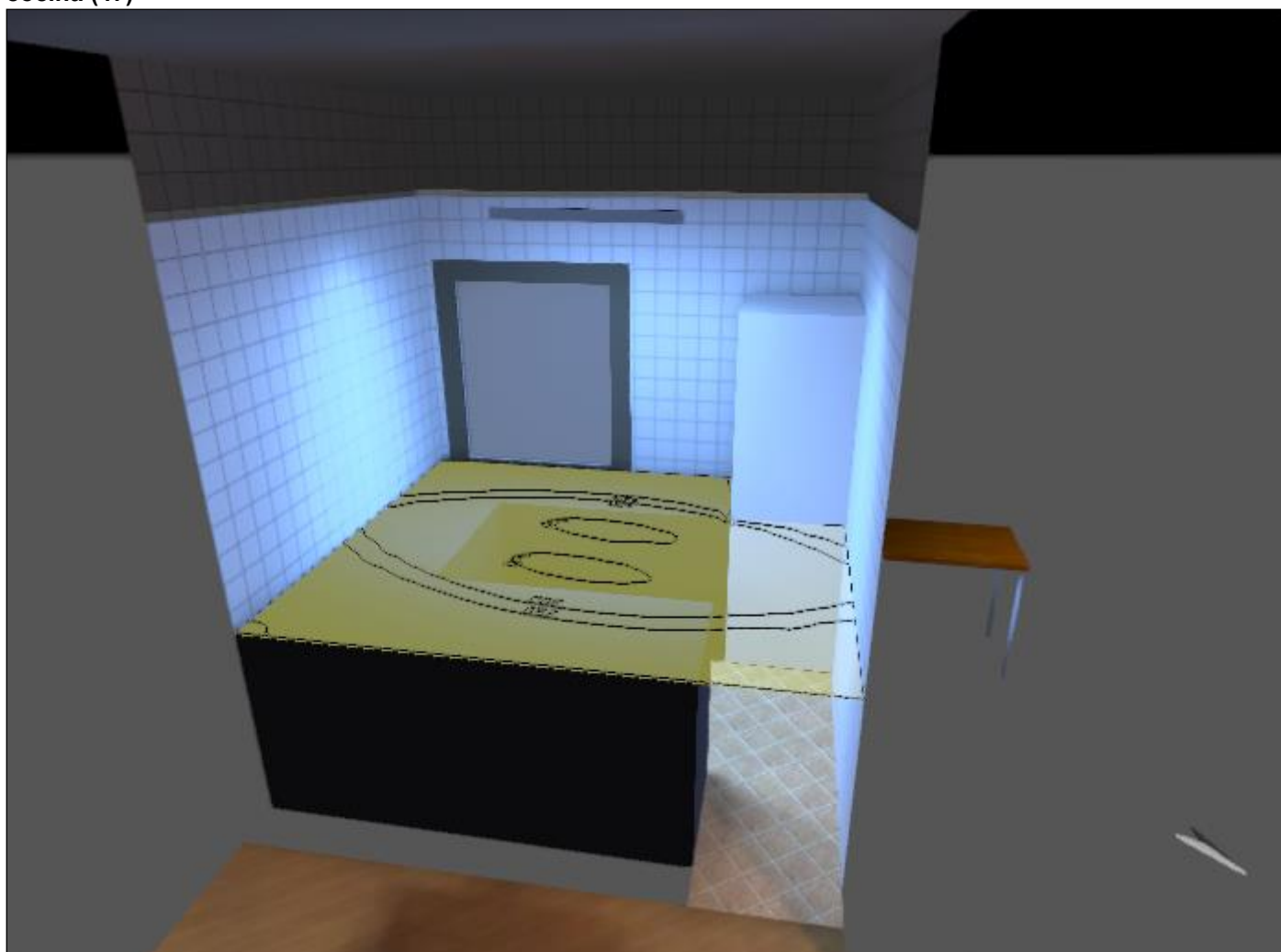


## Cocina

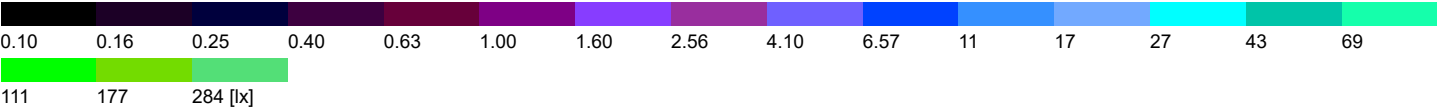
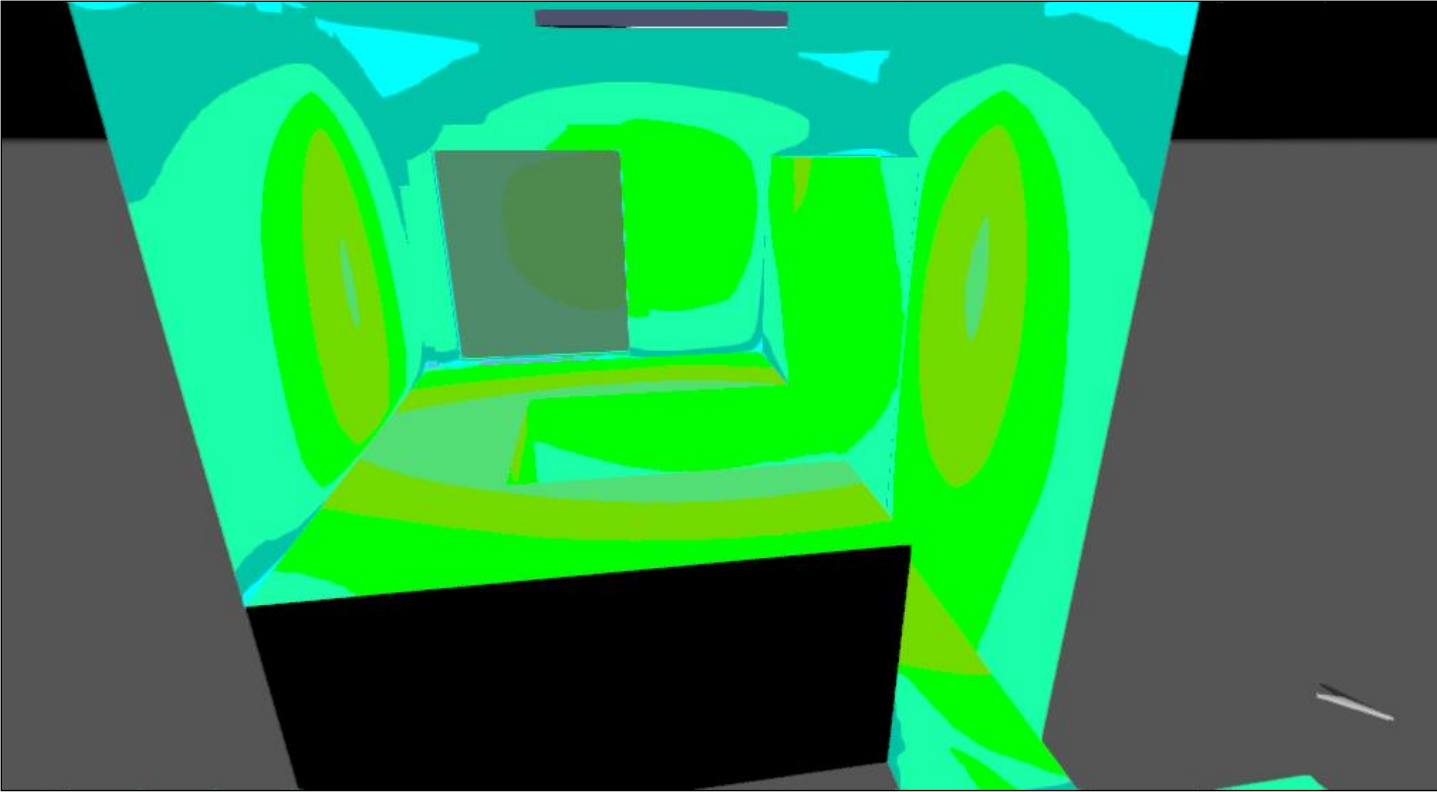
### Edificación 1 (68)



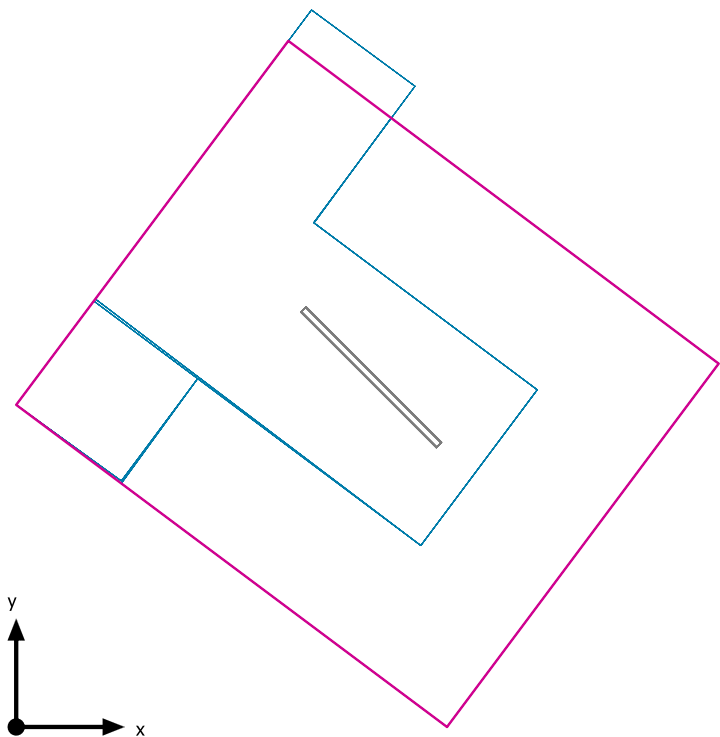
## cocina (47)



cocina (56), Iluminancias en [lx]

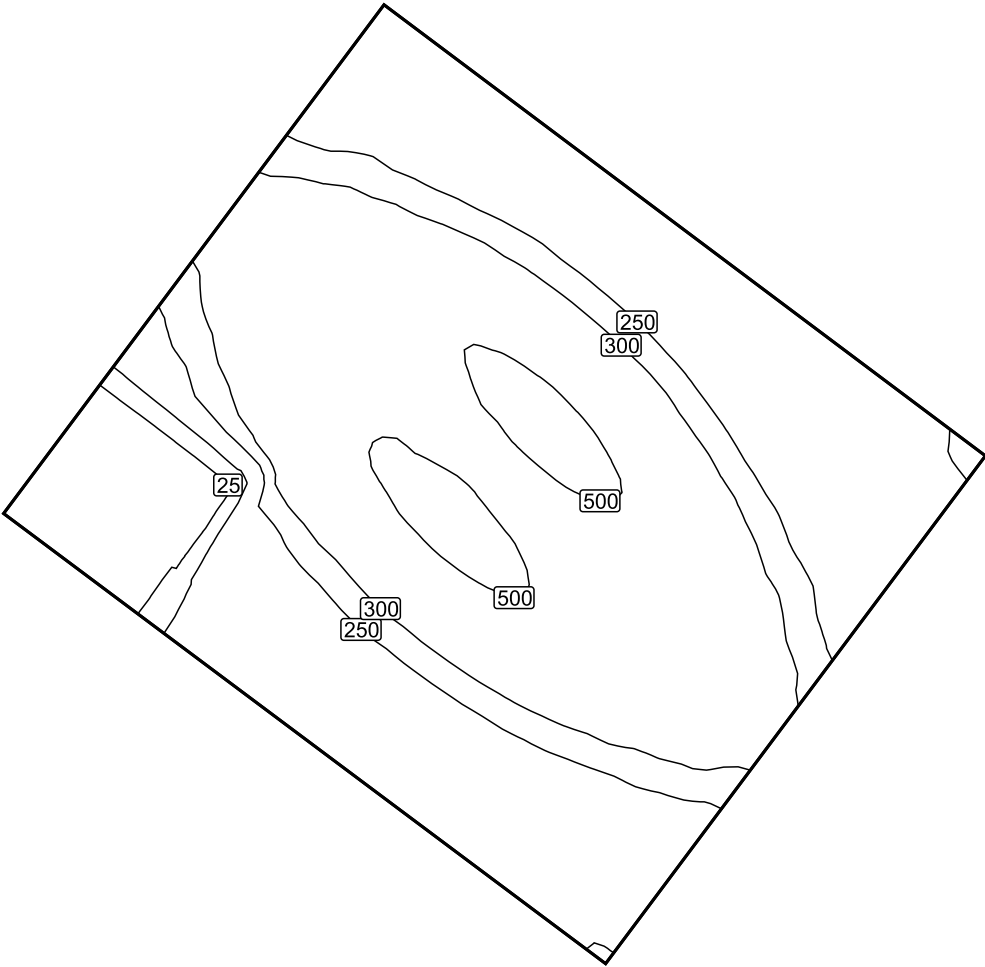


Plano útil: Cocina / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)



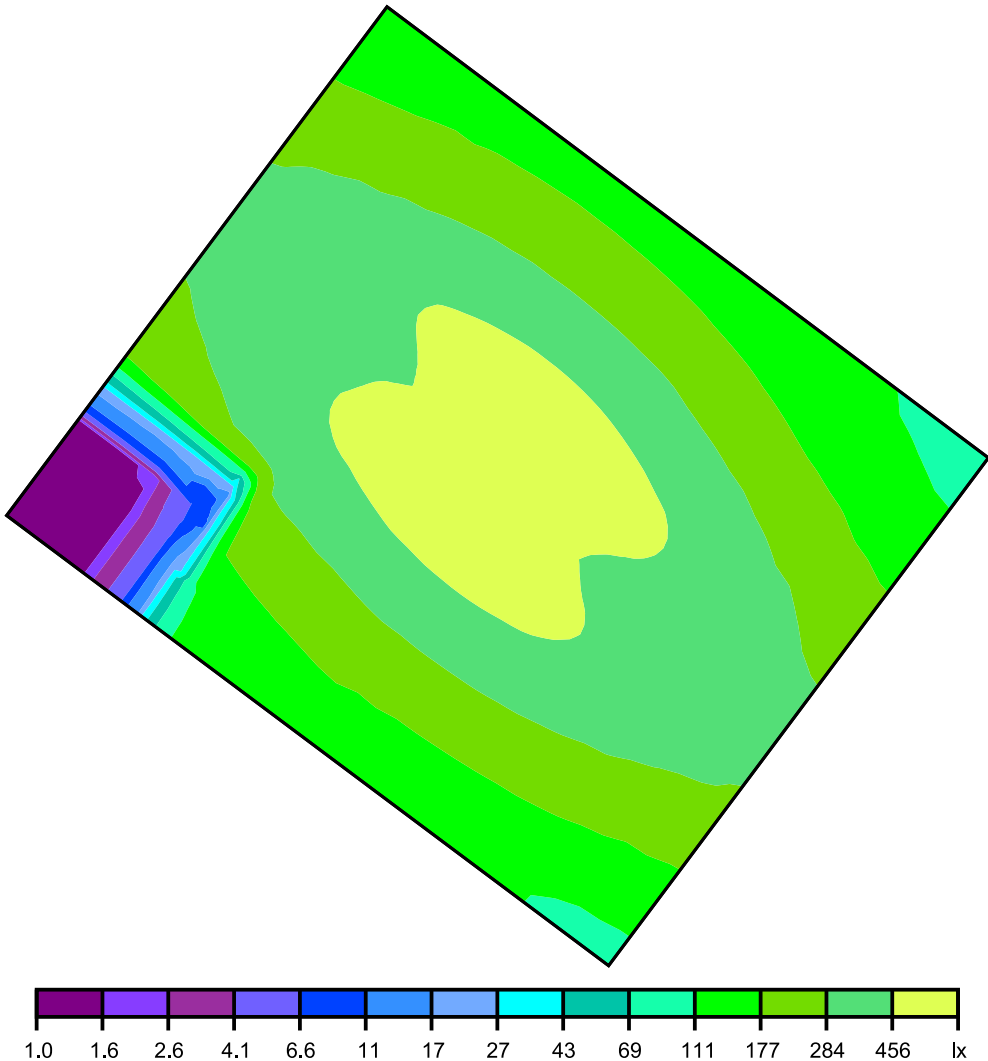
**Plano útil: Cocina: Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) (Superficie)**  
**Escena de luz: Escena de luz 1**  
Media: 275 lx (Nominal:  $\geq 200$  lx), Min: 1.35 lx, Max: 535 lx, Mín./medio: 0.005, Mín./máx.: 0.003  
Altura: 0.900 m, Zona marginal: 0.000 m

Isolíneas [lx]



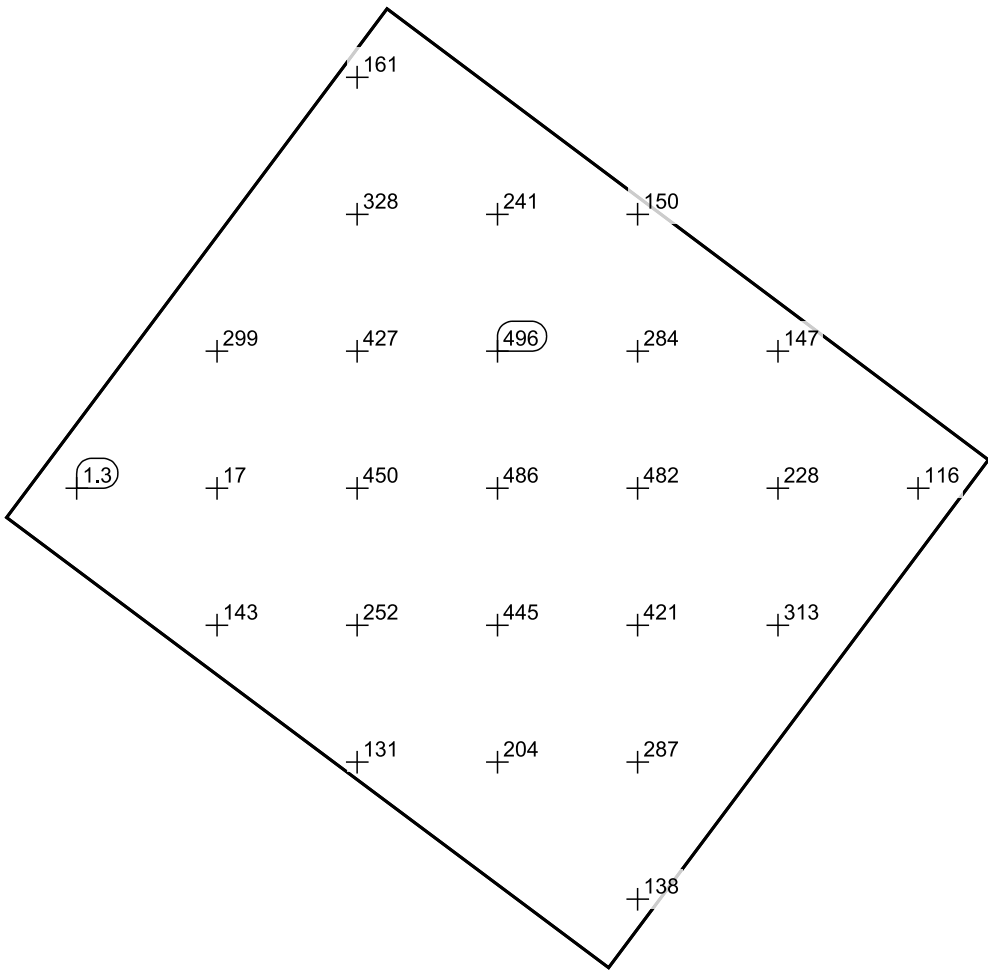
Escala: 1 : 25

Colores falsos [lx]



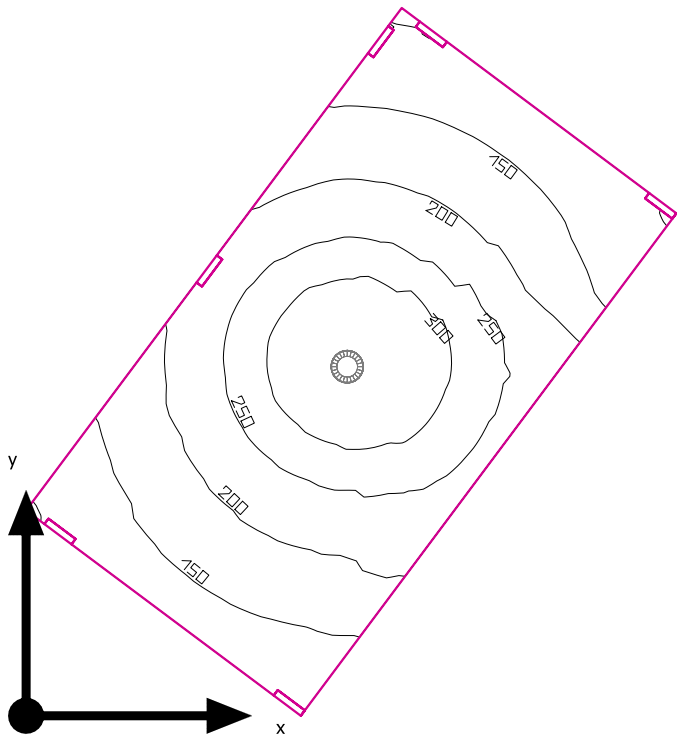
Escala: 1 : 25

Sistema de valores [lx]



Escala: 1 : 25

Distribuidor



Altura interior del local: 2.500 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 39.8%, Suelo 23.4%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil: Distribuidor	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.850 m, Zona marginal: 0.000 m	208 (≥ 100)	94.8	340	0.46	0.28

# Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
1 LEDS-C4 - 15-5265-60-00 PLAY DECO SURFACE	540	8.0	67.6
Suma total de luminarias	540	8.0	67.5

Potencia específica de conexión: 7.57 W/m² = 3.64 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 1.06 m²)

Consumo: 7 kWh/a de un máximo de 50 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.



Distribuidor

Número de unidades	Luminaria (Emisión de luz)		
1	<div>LEDS-C4 - 15-5265-60-00 PLAY DECO SURFACE</div> <div>Emisión de luz 1</div> <div>Lámpara: 1x71-2909-14-37V1</div> <div>Grado de eficacia de funcionamiento: 99.97%</div> <div>Flujo luminoso de lámparas: 541 lm</div> <div>Flujo luminoso de las luminarias: 540 lm</div> <div>Potencia: 8.0 W</div> <div>Rendimiento lumínico: 67.6 lm/W</div> <div>Indicaciones colorimétricas</div> <div>1x71-2909-14-37V1: CCT 3000 K, CRI 80</div>		

Flujo luminoso total de lámparas: 541 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 540 lm, Potencia total: 8.0 W, Rendimiento lumínico: 67.5 lm/W

## Distribuidor

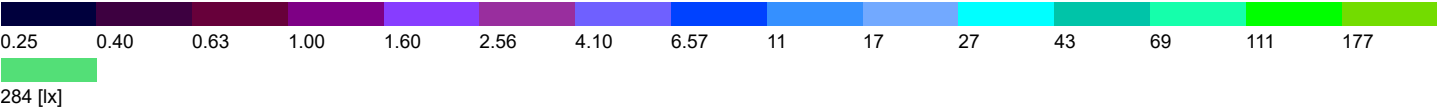
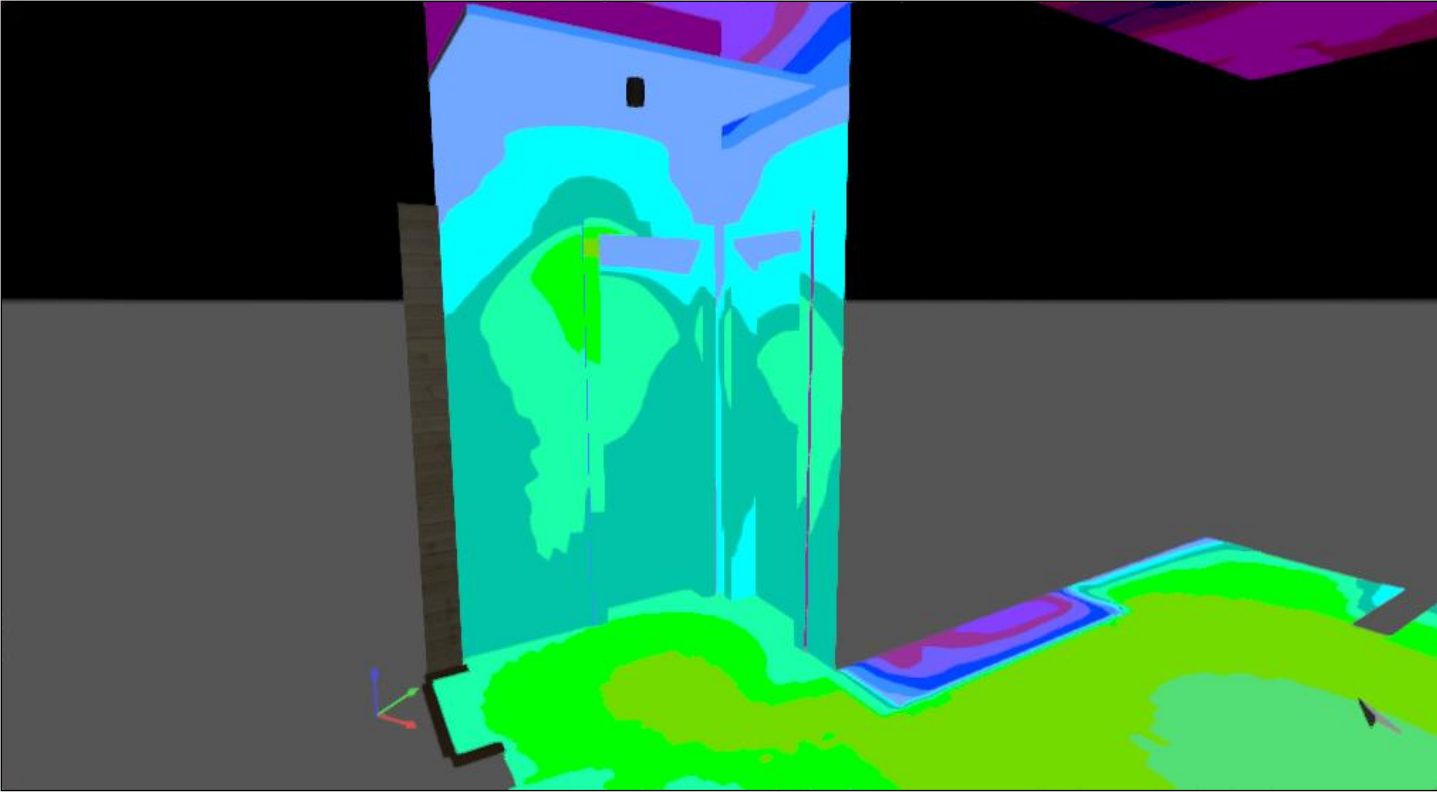
### Edificación 1 (71)



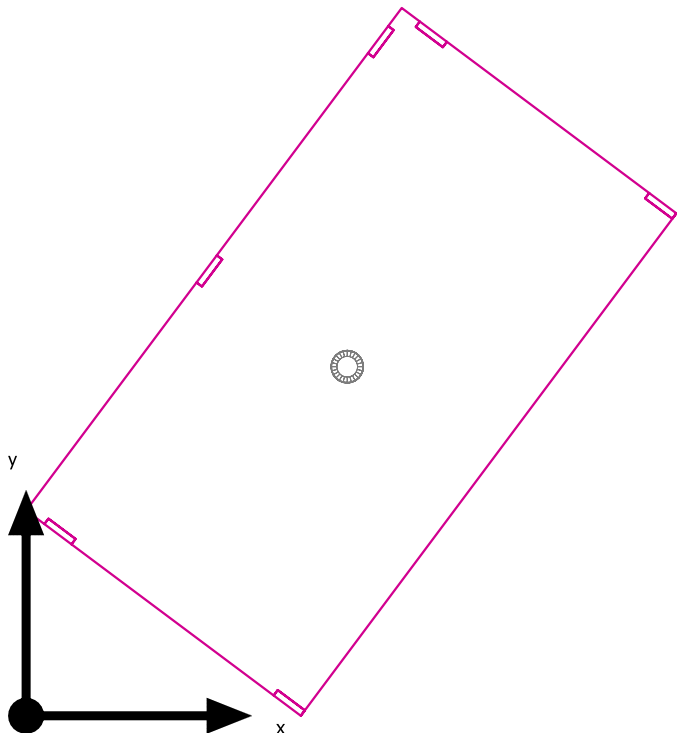
## descansillo (50)



descansillo (59), Iluminancias en [lx]

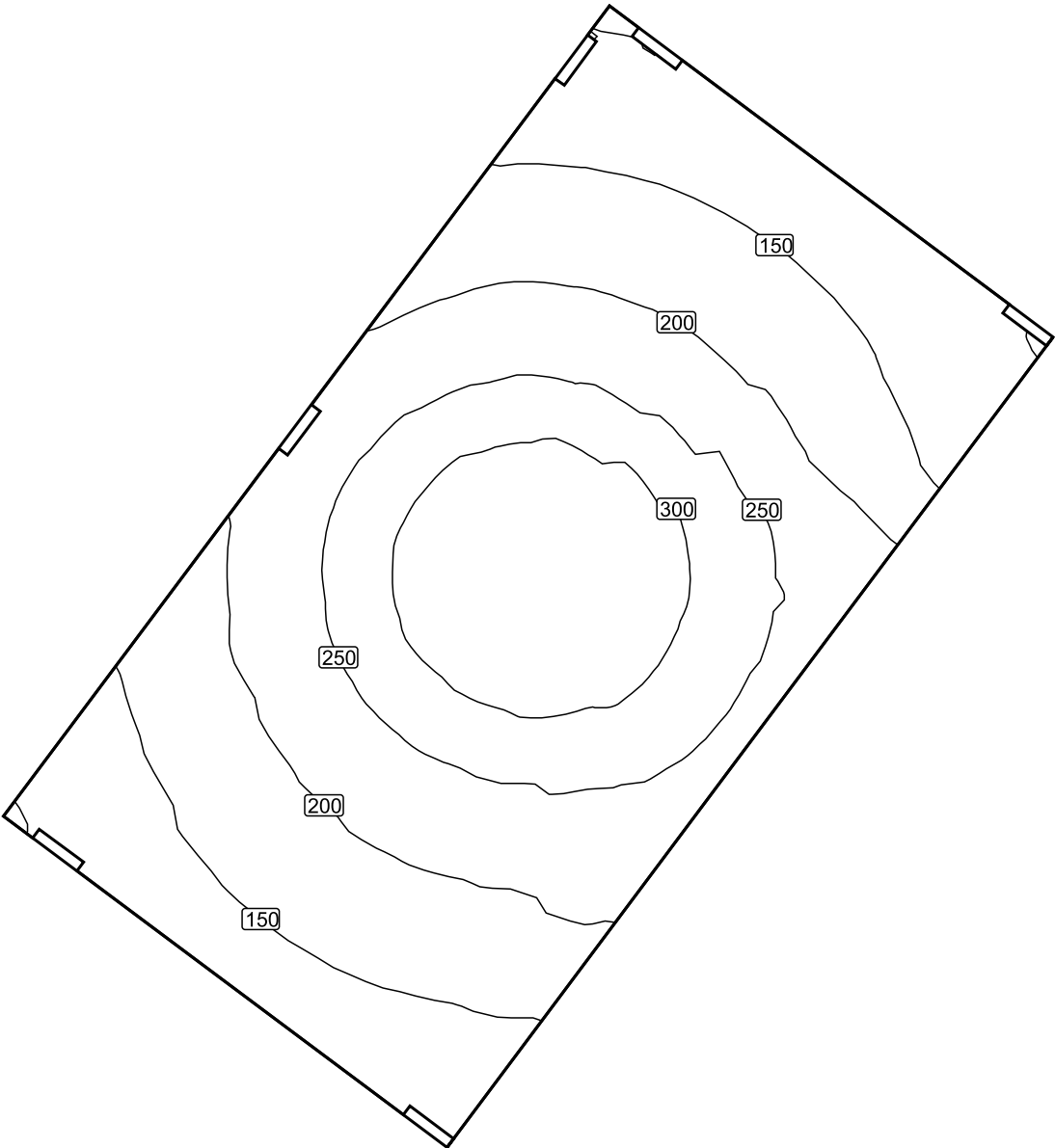


Plano útil: Distribuidor / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)



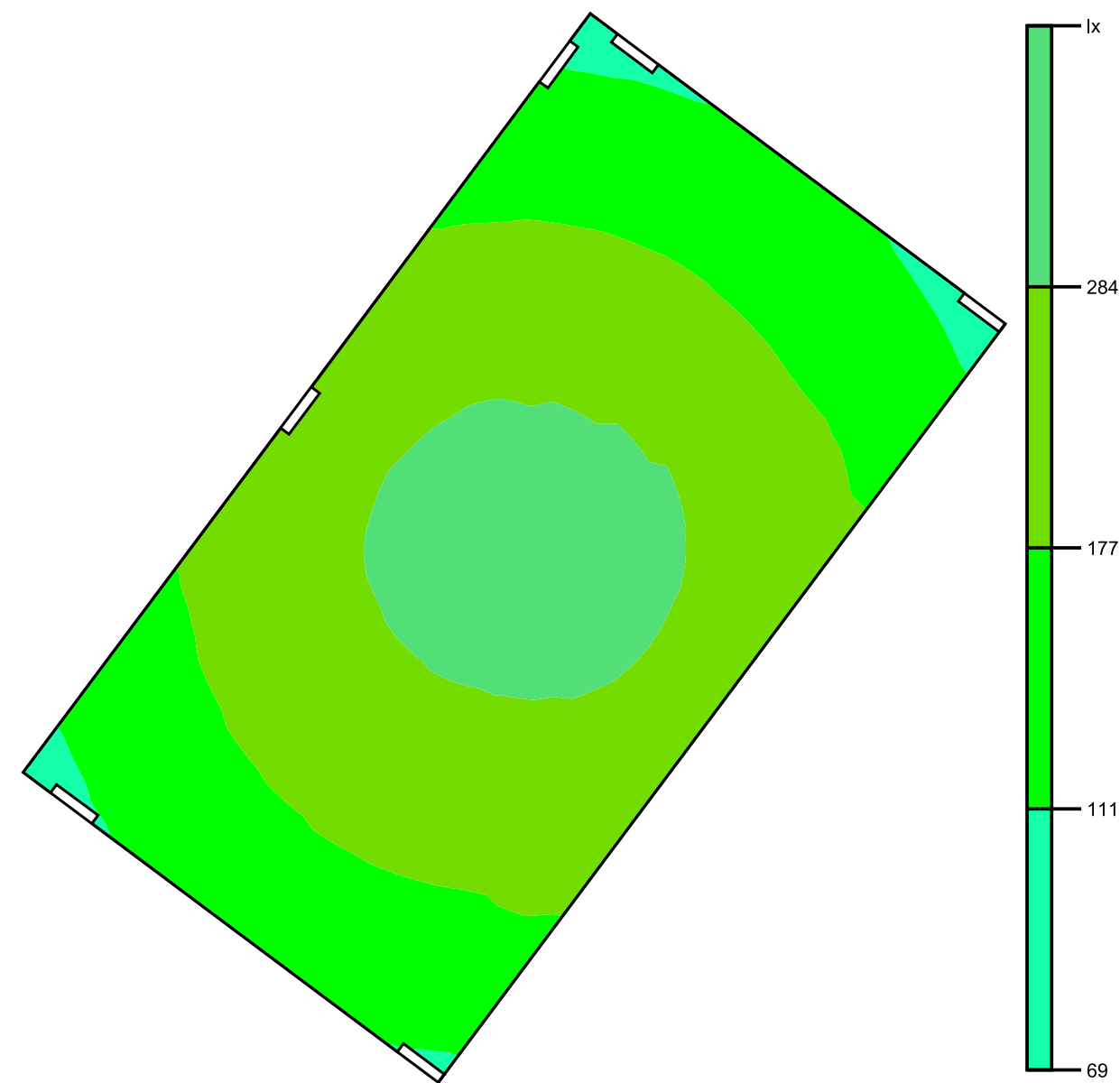
**Plano útil: Distribuidor: Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) (Superficie)**  
**Escena de luz: Escena de luz 1**  
Media: 208 lx (Nominal: ≥ 100 lx), Min: 94.8 lx, Max: 340 lx, Mín./medio: 0.46, Mín./máx.: 0.28  
Altura: 0.850 m, Zona marginal: 0.000 m

Isolíneas [lx]



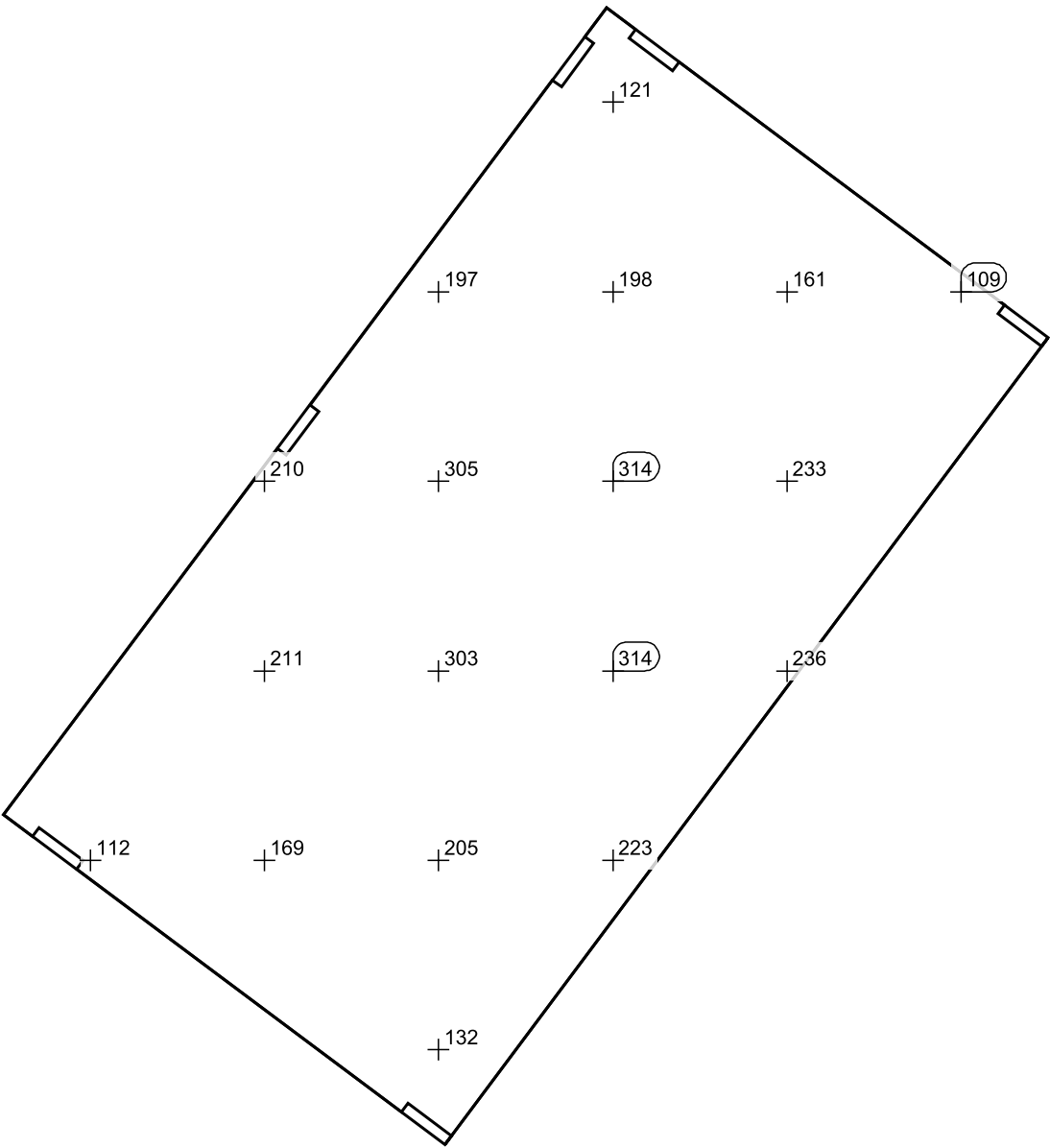
Escala: 1 : 10

Colores falsos [lx]



Escala: 1 : 10

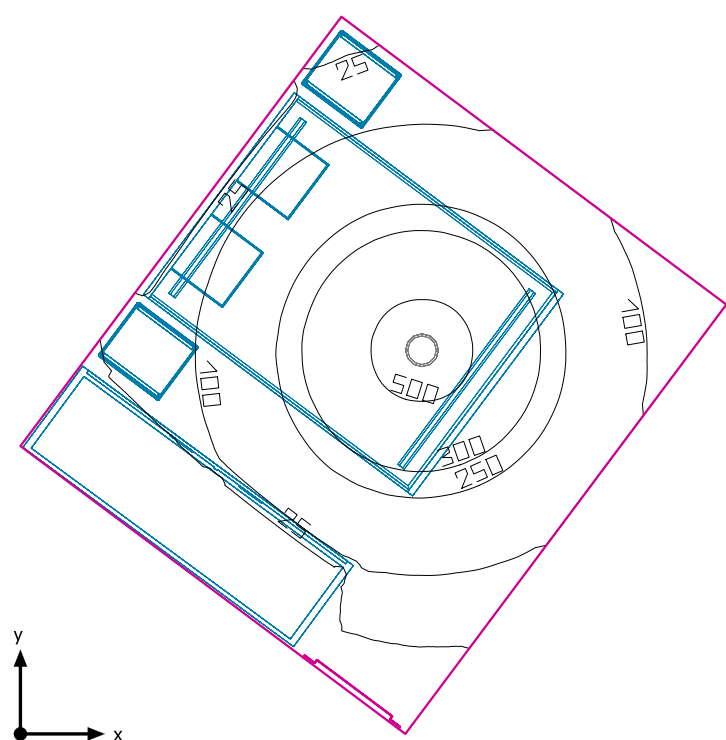
Sistema de valores [lx]



Escala: 1 : 10



Habitación principal



Altura interior del local: 2.500 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 39.8%, Suelo 23.4%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil: Habitación principal	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.600 m, Zona marginal: 0.000 m	170 (≥ 150)	0.013	578	0.000	0.000


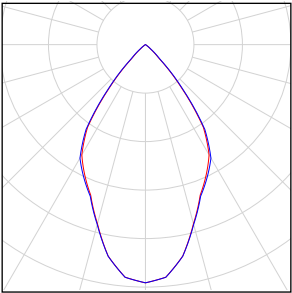
# Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
1 Ridi Leuchten GmbH - 0321918 ADLR 195/2000-840 SMB	1925	16.0	120.3
Suma total de luminarias	1925	16.0	120.3

Potencia específica de conexión: 1.75 W/m² = 1.03 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 9.12 m²)

Consumo: 19 - 31 kWh/a de un máximo de 350 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

Habitación principal

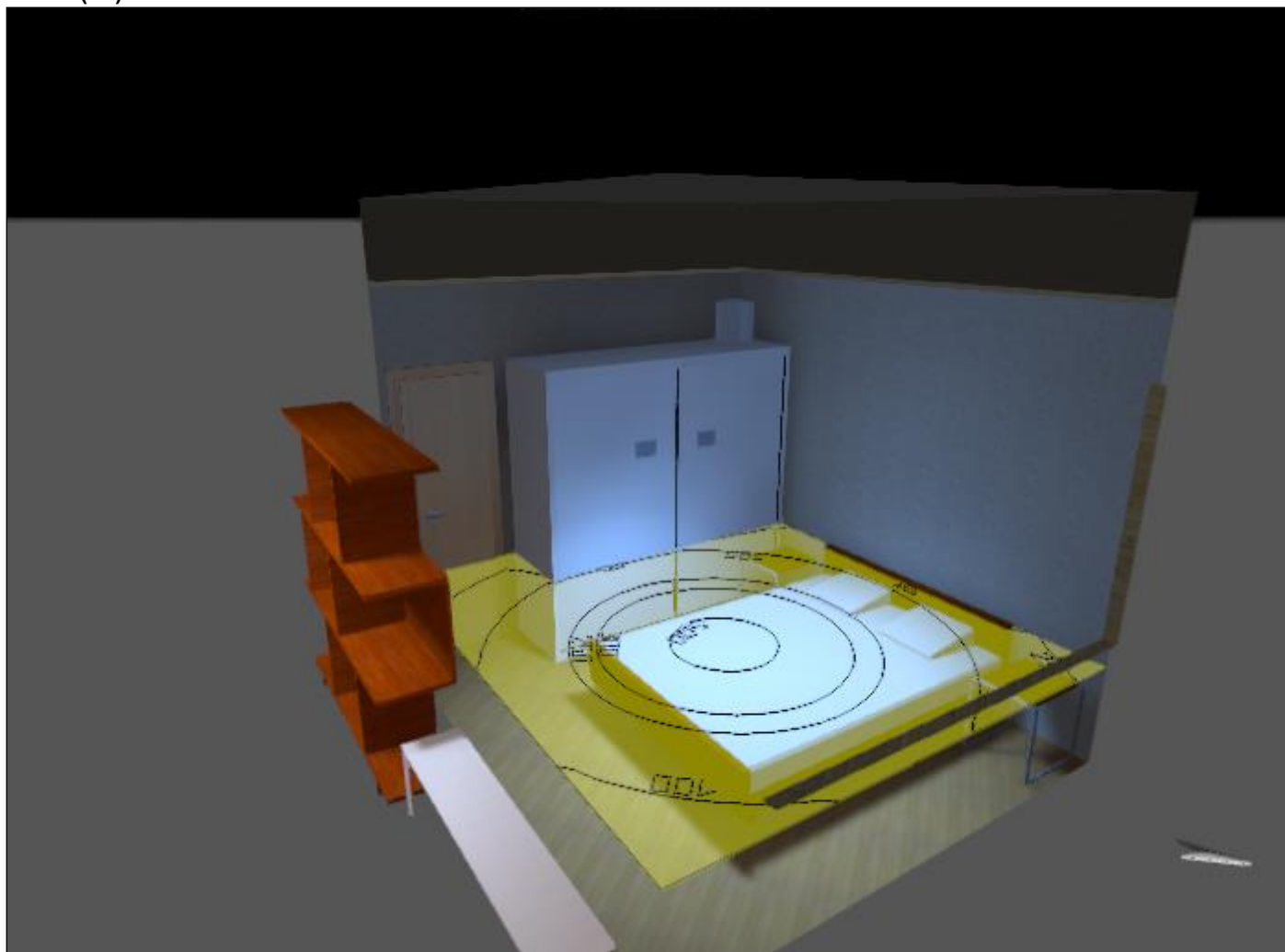
Número de unidades	Luminaria (Emisión de luz)		
1	<div>Ridi Leuchten GmbH - 0321918 ADLR 195/2000-840 SMB</div> <div>Emisión de luz 1</div> <div>Lámpara: 1xLED-M 14W/2100-840 GF</div> <div>Grado de eficacia de funcionamiento: 91.68%</div> <div>Flujo luminoso de lámparas: 2100 lm</div> <div>Flujo luminoso de las luminarias: 1925 lm</div> <div>Potencia: 16.0 W</div> <div>Rendimiento lumínico: 120.3 lm/W</div> <div>Indicaciones colorimétricas</div> <div>1xLED-M 14W/2100-840 GF: CCT 4000 K, CRI 80</div>		

Flujo luminoso total de lámparas: 2100 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 1925 lm, Potencia total: 16.0 W, Rendimiento lumínico: 120.3 lm/W

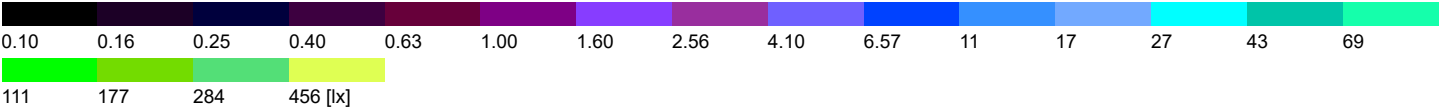
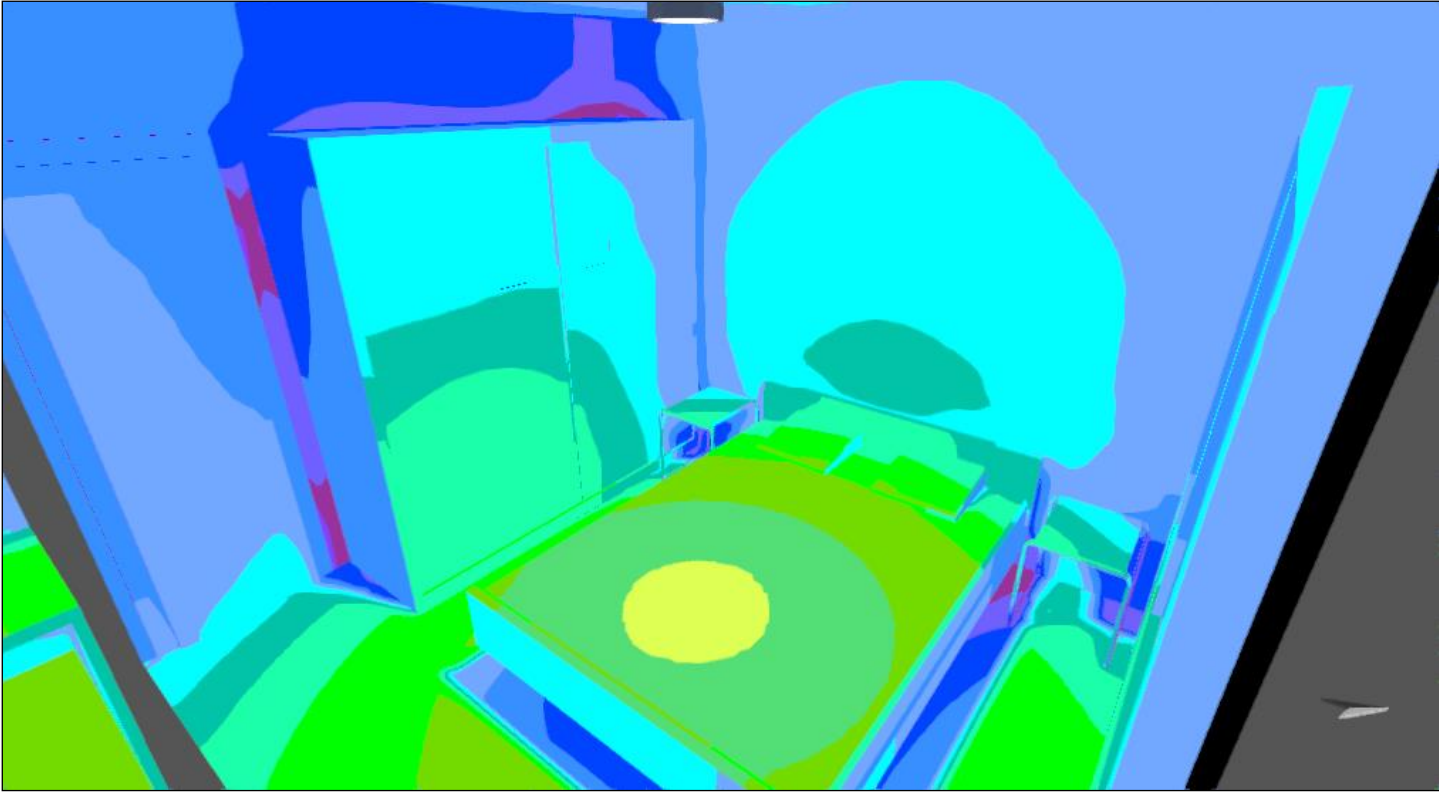
## Habitación principal

### Edificación 1 (65)

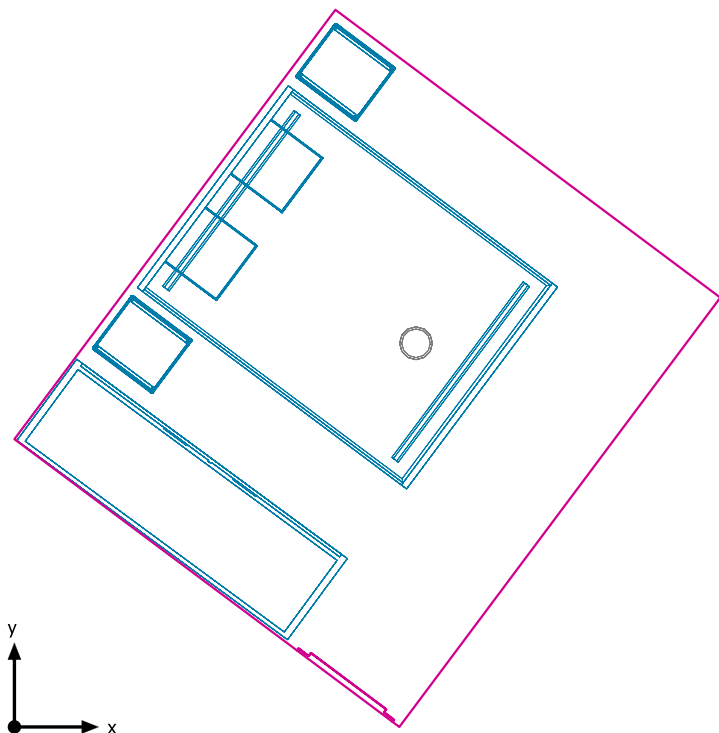


**Hab 2 (46)**

Hab 2 (55), Iluminancias en [lx]



## Plano útil: Habitación principal / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)



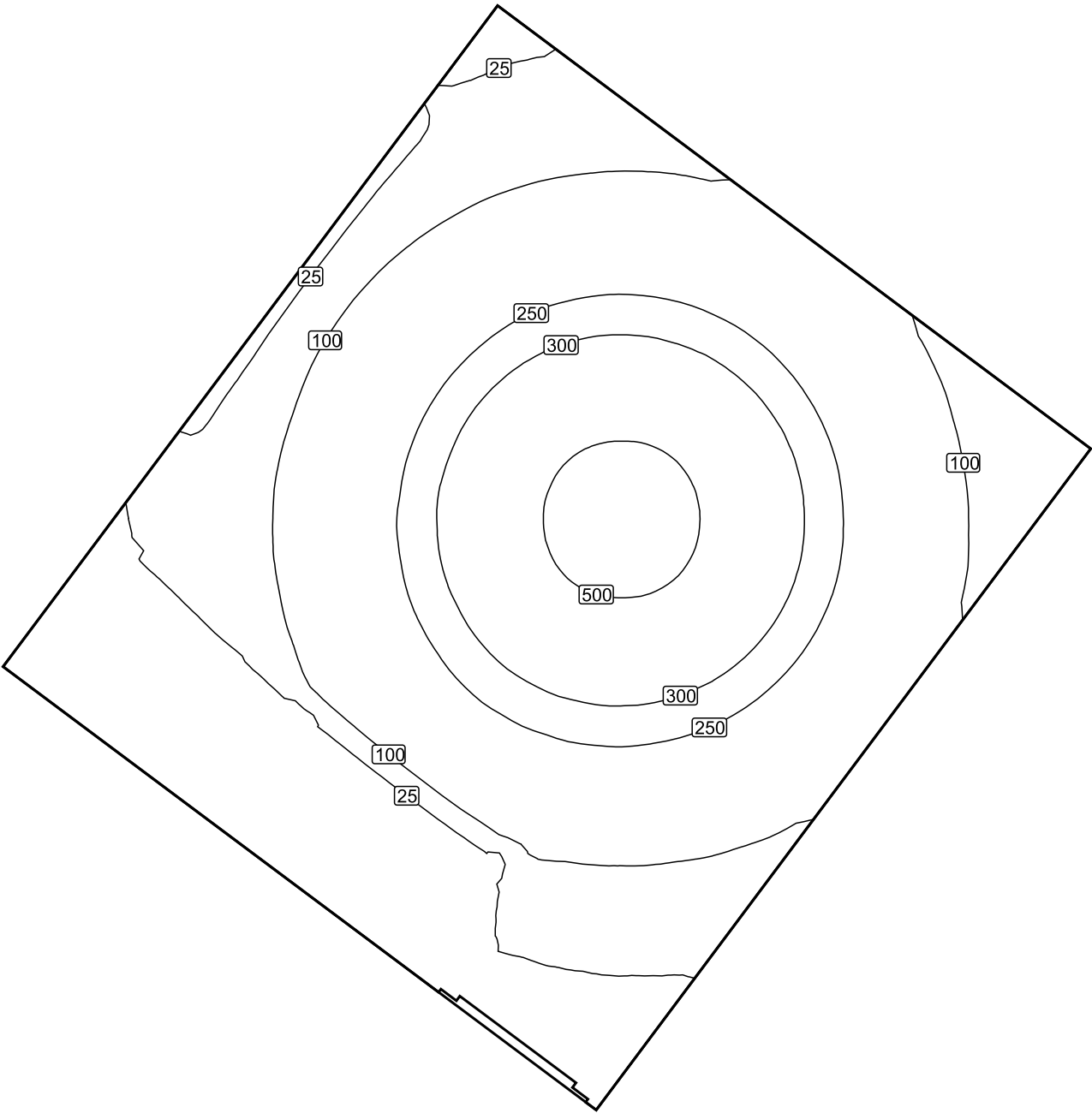
**Plano útil: Habitación principal: Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) (Superficie)**

**Escena de luz: Escena de luz 1**

Media: 170 lx (Nominal:  $\geq 150$  lx), Min: 0.013 lx, Max: 578 lx, Mín./medio: 0.000, Mín./máx.: 0.000

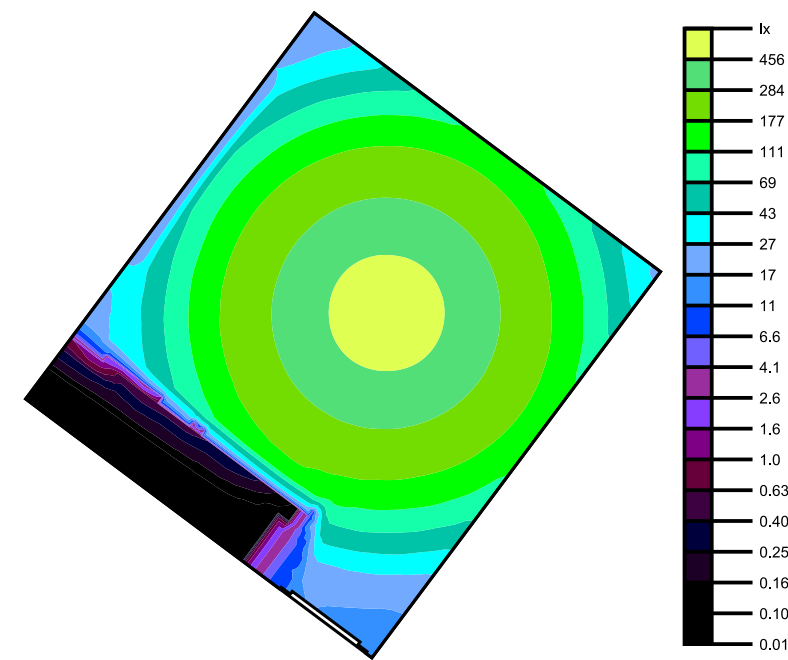
Altura: 0.600 m, Zona marginal: 0.000 m

Isolíneas [lx]



Escala: 1 : 25

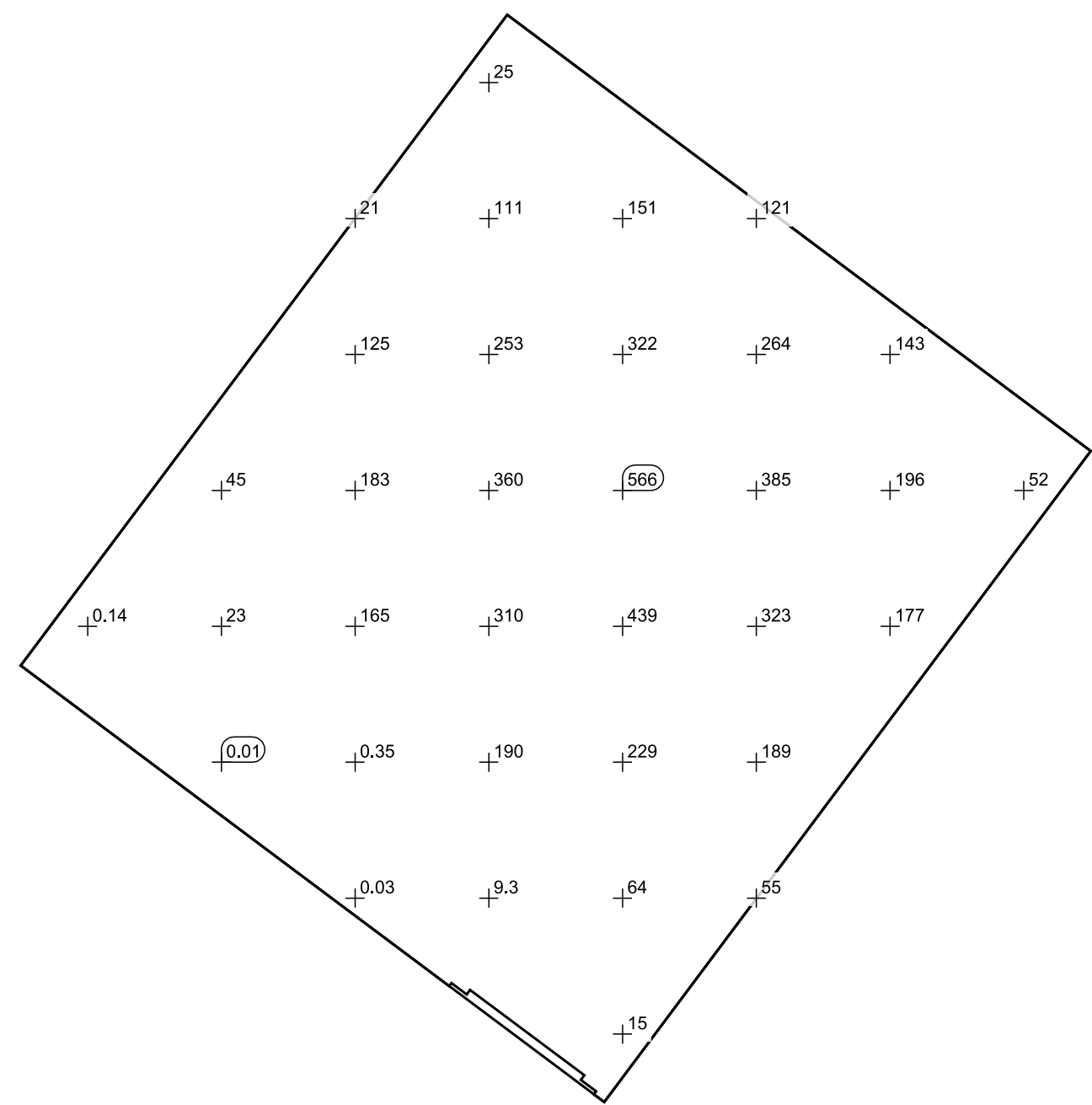
Colores falsos [lx]



Escala: 1 : 50

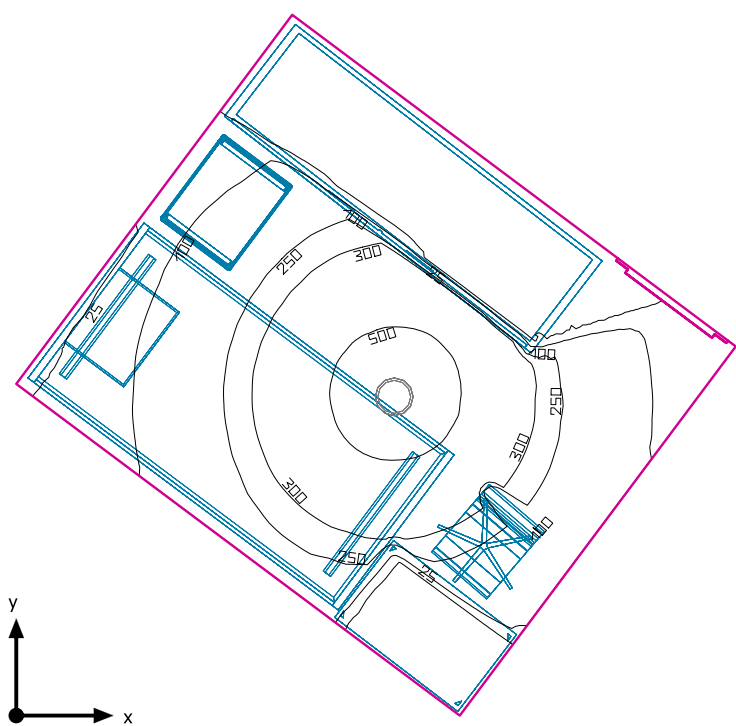


Sistema de valores [lx]



Escala: 1 : 25

Habitación secundaria



Altura interior del local: 2.500 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 39.8%, Suelo 23.4%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil: Habitación secundaria	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.600 m, Zona marginal: 0.000 m	186 (≥ 150)	0.22	600	0.001	0.000


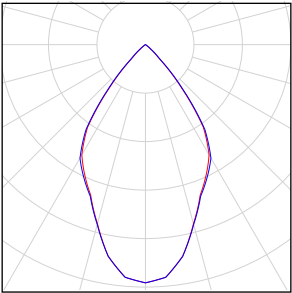
# Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
1 Ridi Leuchten GmbH - 0321918 ADLR 195/2000-840 SMB	1925	16.0	120.3
Suma total de luminarias	1925	16.0	120.3

Potencia específica de conexión: 2.35 W/m² = 1.27 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 6.81 m²)

Consumo: 19 - 31 kWh/a de un máximo de 250 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

Habitación secundaria

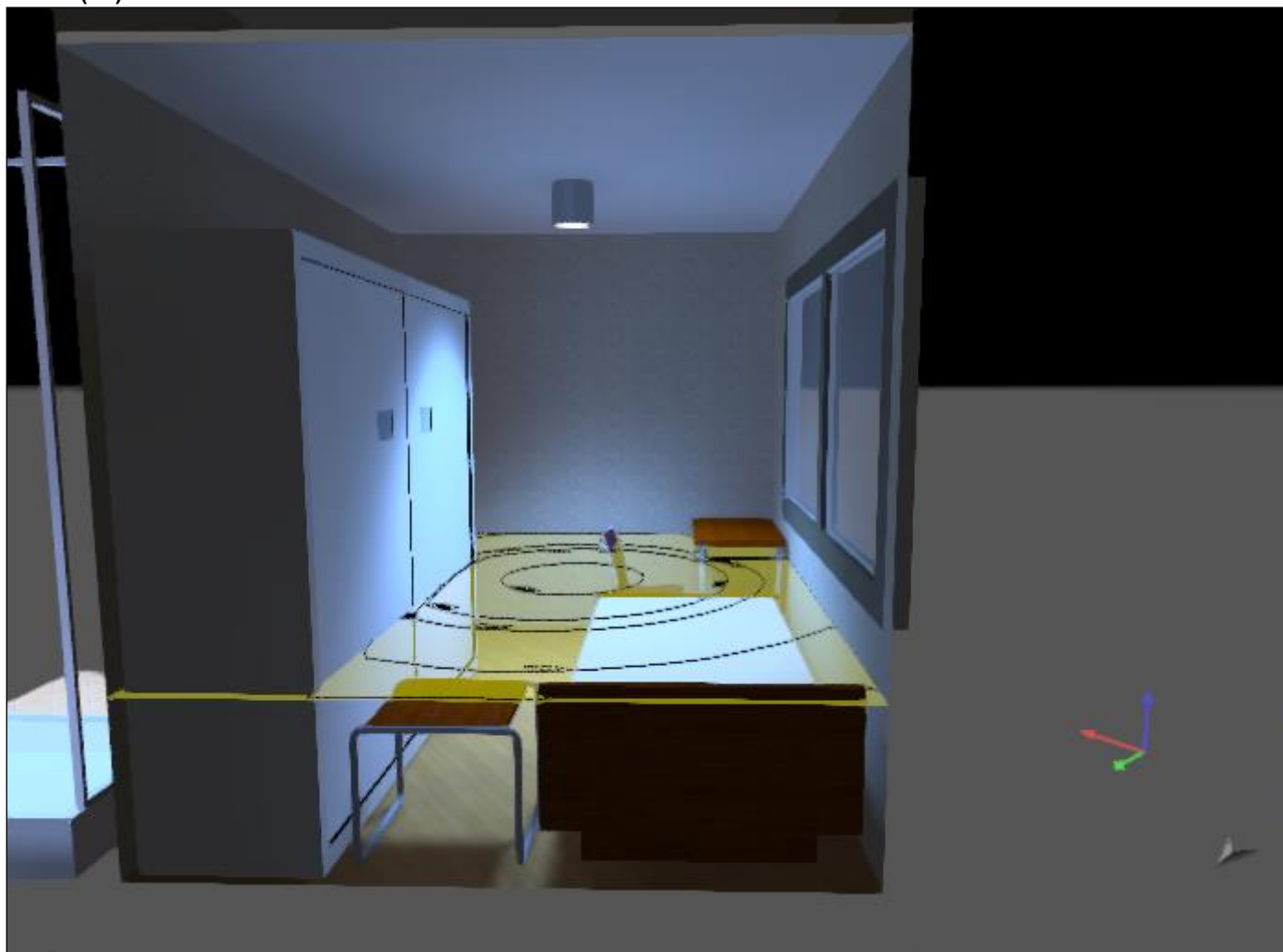
Número de unidades	Luminaria (Emisión de luz)		
1	<div>Ridi Leuchten GmbH - 0321918 ADLR 195/2000-840 SMB</div> <div>Emisión de luz 1</div> <div>Lámpara: 1xLED-M 14W/2100-840 GF</div> <div>Grado de eficacia de funcionamiento: 91.68%</div> <div>Flujo luminoso de lámparas: 2100 lm</div> <div>Flujo luminoso de las luminarias: 1925 lm</div> <div>Potencia: 16.0 W</div> <div>Rendimiento lumínico: 120.3 lm/W</div> <div>Indicaciones colorimétricas</div> <div>1xLED-M 14W/2100-840 GF: CCT 4000 K, CRI 80</div>		

Flujo luminoso total de lámparas: 2100 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 1925 lm, Potencia total: 16.0 W, Rendimiento lumínico: 120.3 lm/W

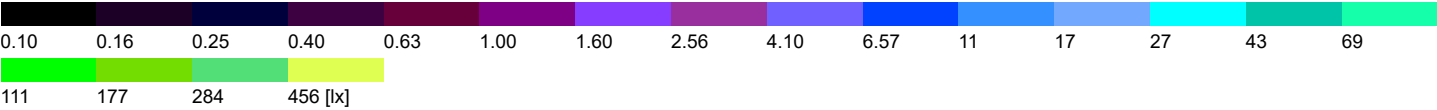
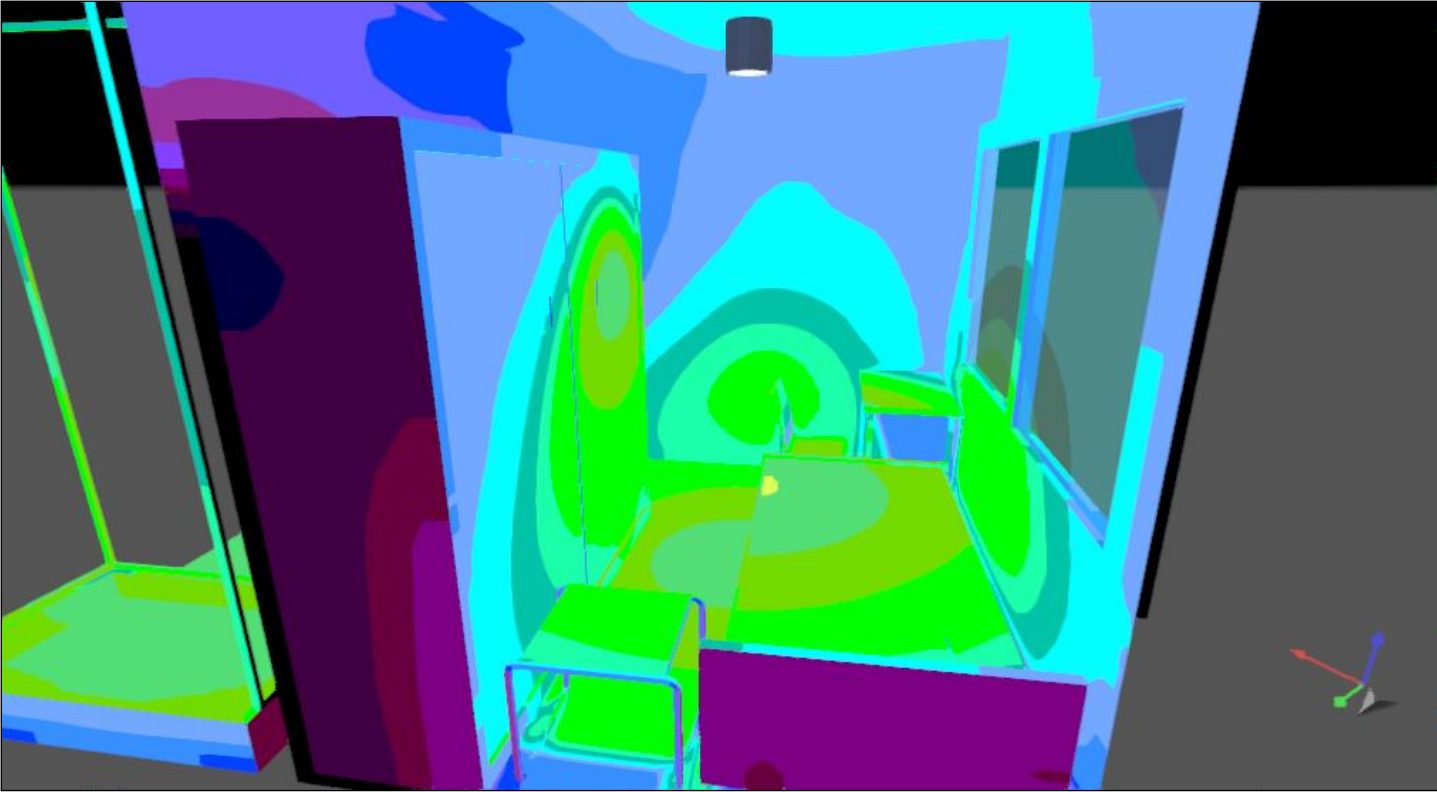
## Habitación secundaria

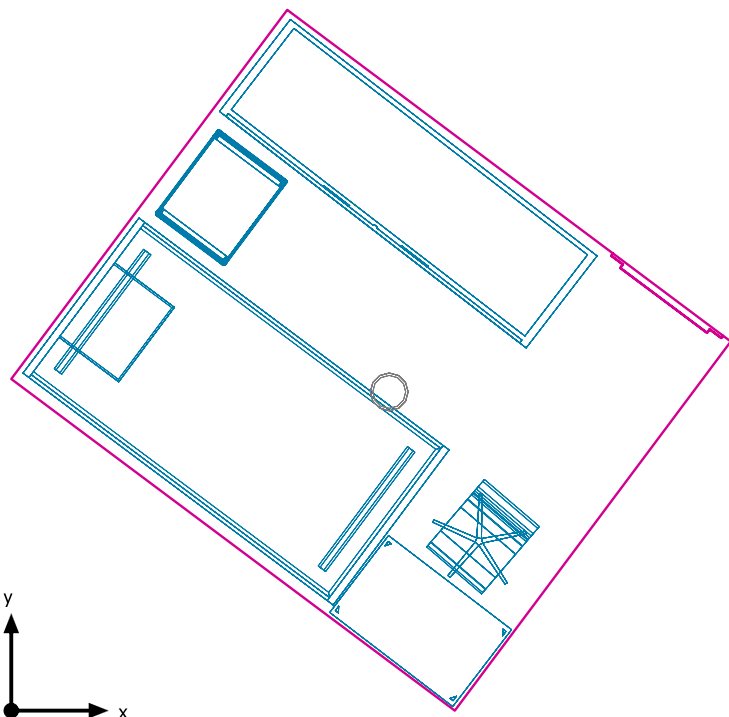
### Edificación 1 (70)



**Hab 1 (43)**

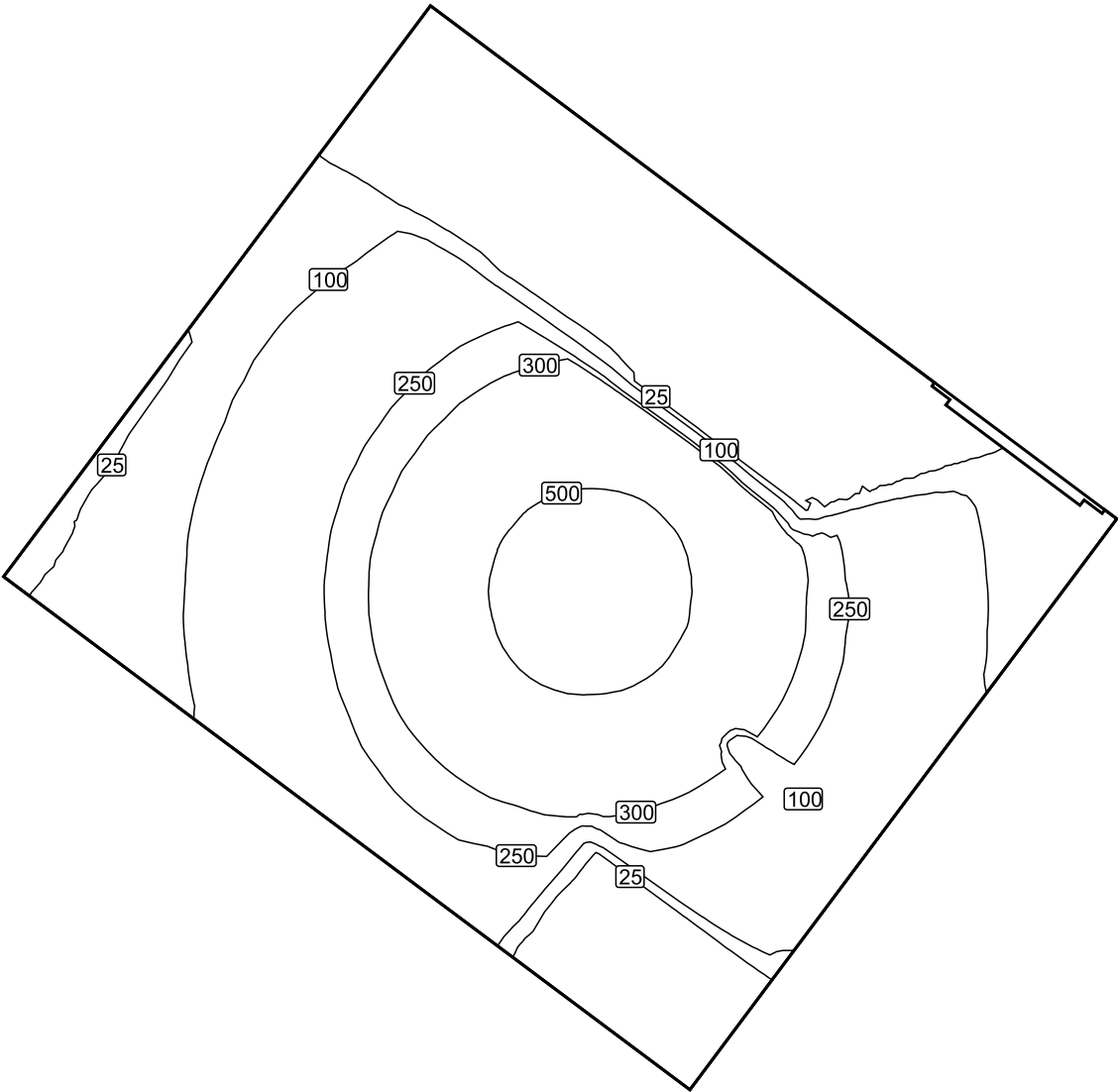
Hab 1 (53), Iluminancias en [lx]



**Plano útil: Habitación secundaria / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)****Plano útil: Habitación secundaria: Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) (Superficie)****Escena de luz: Escena de luz 1**Media: 186 lx (Nominal:  $\geq 150$  lx), Min: 0.22 lx, Max: 600 lx, Mín./medio: 0.001, Mín./máx.: 0.000

Altura: 0.600 m, Zona marginal: 0.000 m

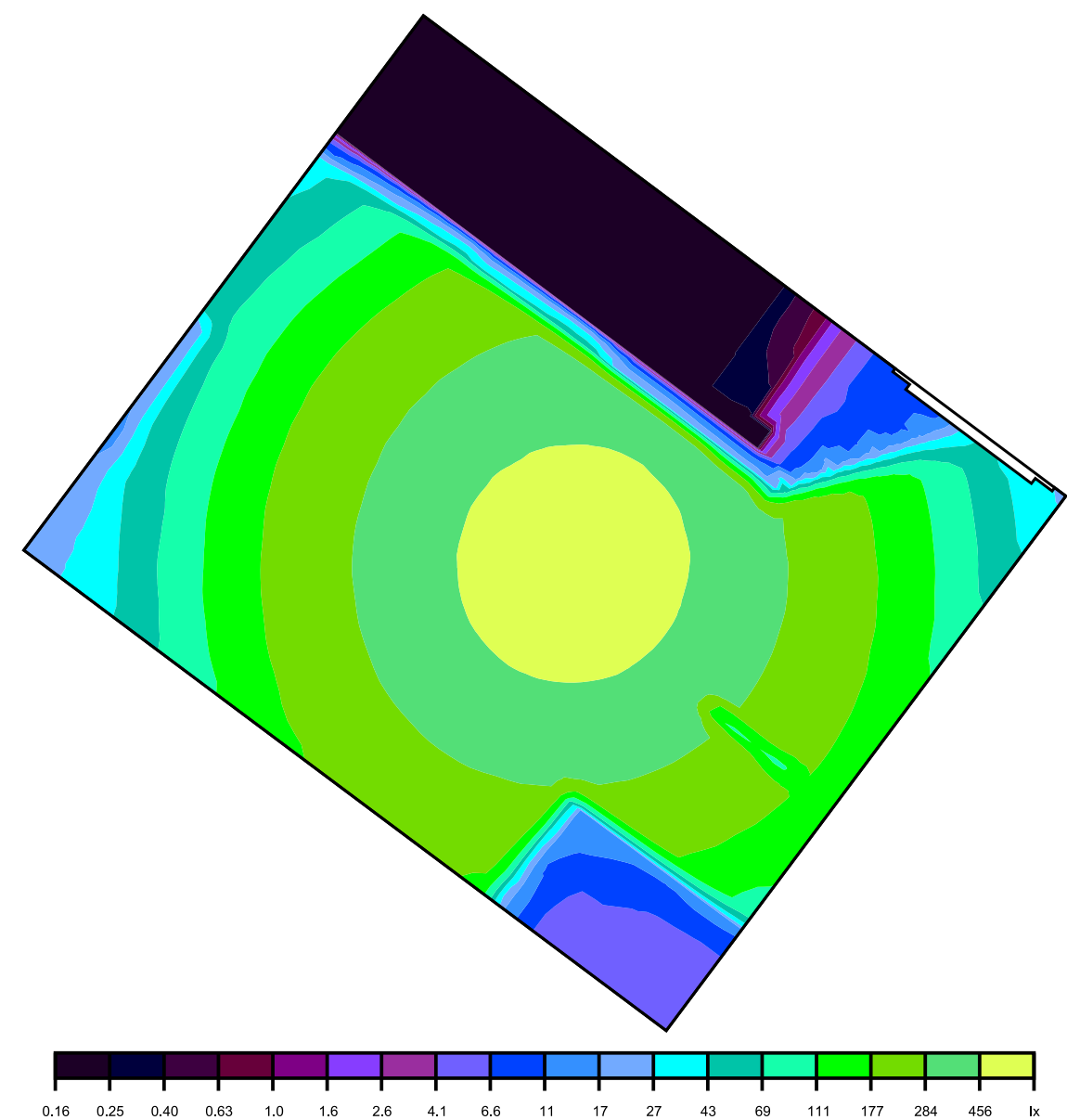
Isolíneas [lx]



Escala: 1 : 25

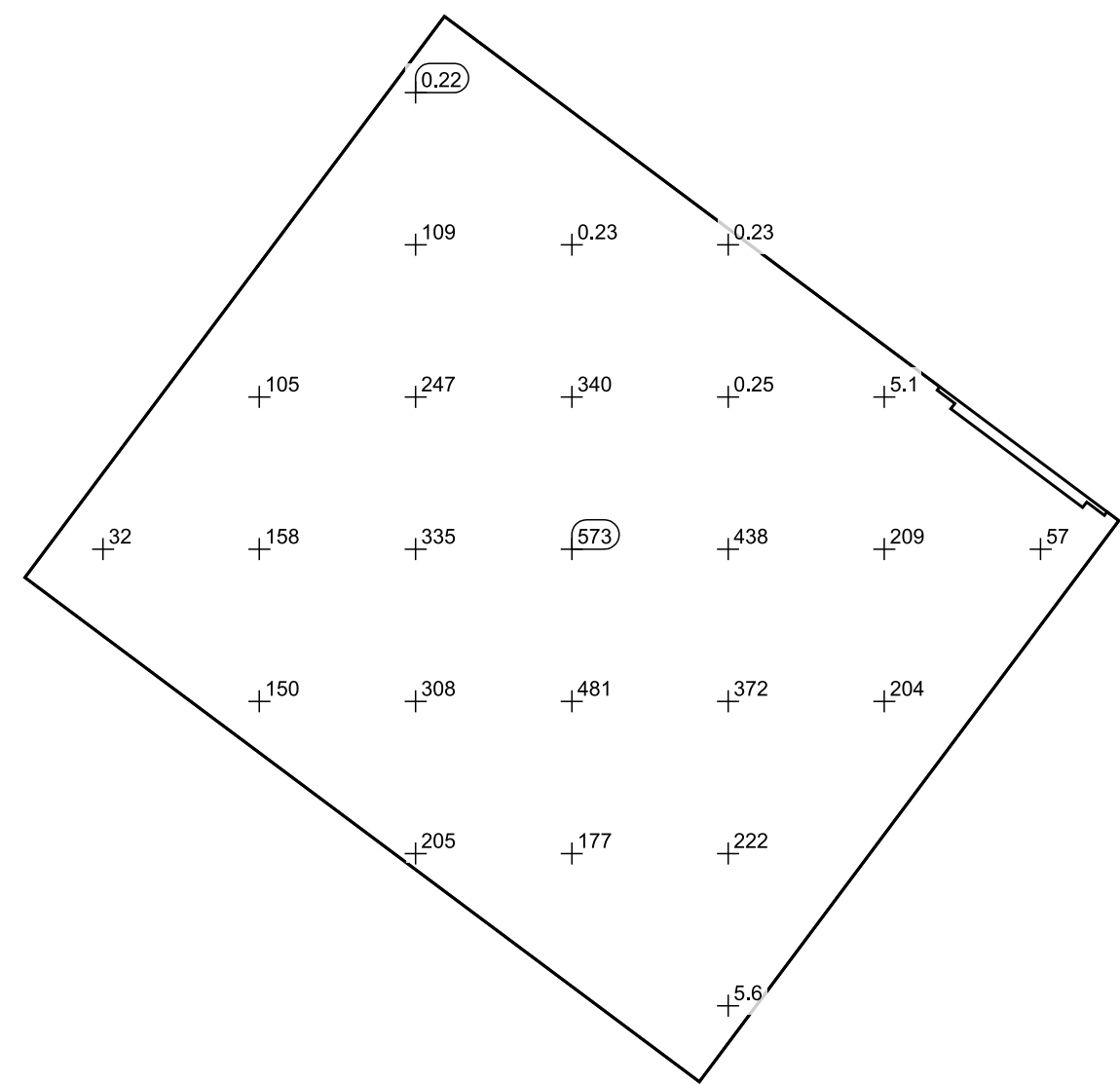


Colores falsos [lx]



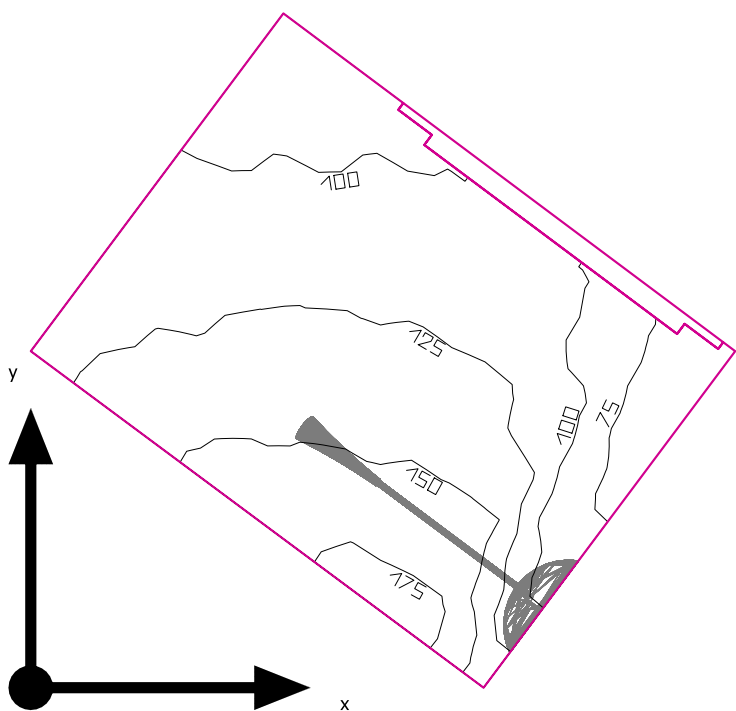
Escala: 1 : 25

Sistema de valores [lx]



Escala: 1 : 25

Recibidor



Altura interior del local: 2.500 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 39.8%, Suelo 23.4%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil: Recibidor	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.850 m, Zona marginal: 0.000 m	121 (≥ 100)	61.3	184	0.51	0.33


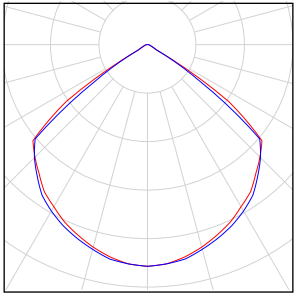
# Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
1 LEDS-C4 - 05-2708-21-21 OPEN	319	4.5	71.0
Suma total de luminarias	319	4.5	70.9

Potencia específica de conexión: 5.91 W/m² = 4.90 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 0.76 m²)

Consumo: 4 kWh/a de un máximo de 50 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

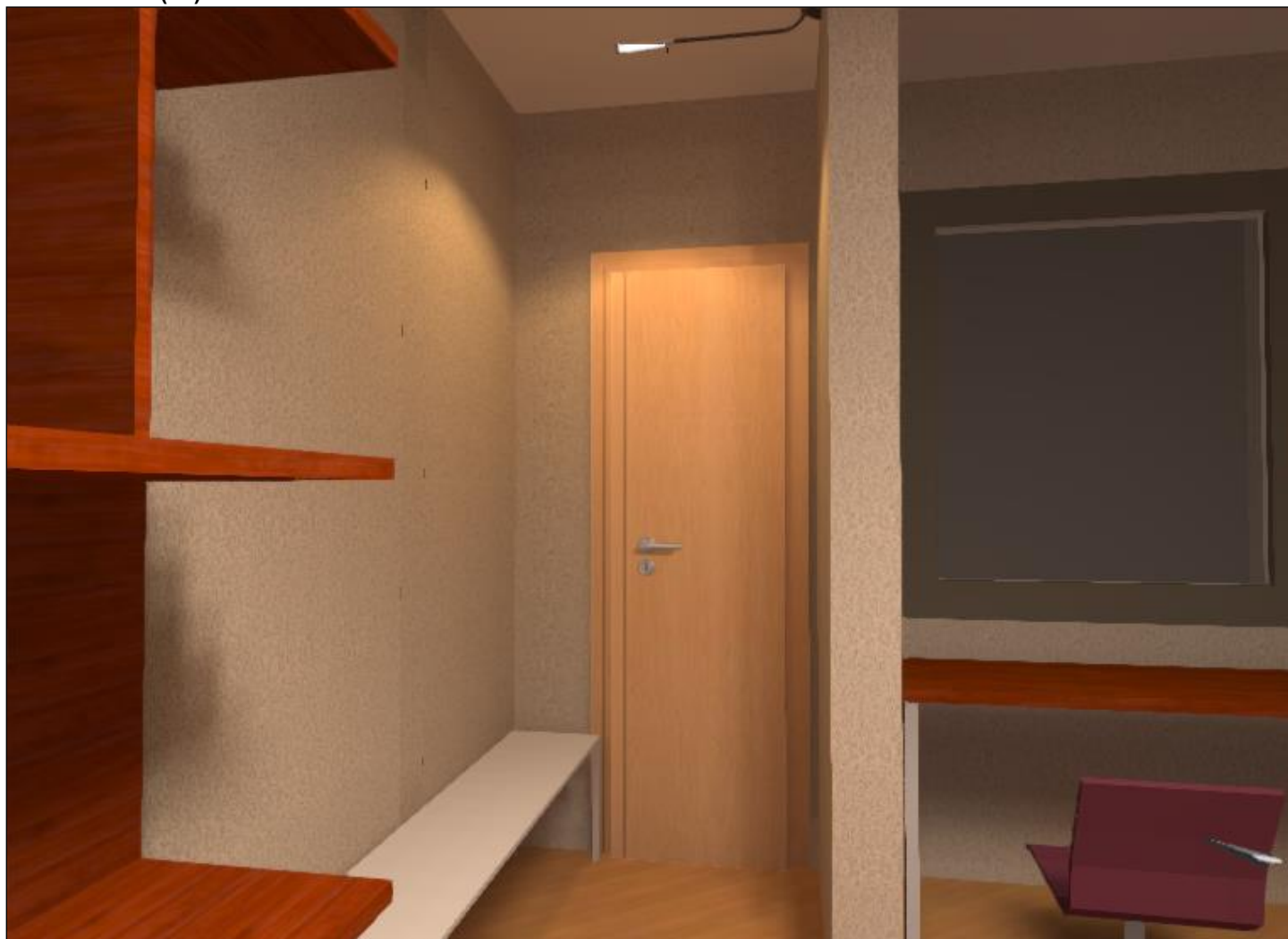
Recibidor

Número de unidades	Luminaria (Emisión de luz)		
1	<div>LEDS-C4 - 05-2708-21-21 OPEN</div> <div>Emisión de luz 1</div> <div>Lámpara: 1xOPEN POWER LED CREE 4.5W 3000K 350mA</div> <div>Grado de eficacia de funcionamiento: 99.83%</div> <div>Flujo luminoso de lámparas: 320 lm</div> <div>Flujo luminoso de las luminarias: 319 lm</div> <div>Potencia: 4.5 W</div> <div>Rendimiento lumínico: 71.0 lm/W</div> <div>Indicaciones colorimétricas</div> <div>1xOPEN POWER LED CREE 4.5W 3000K 350mA:</div> <div>CCT 3000 K, CRI 79</div>		

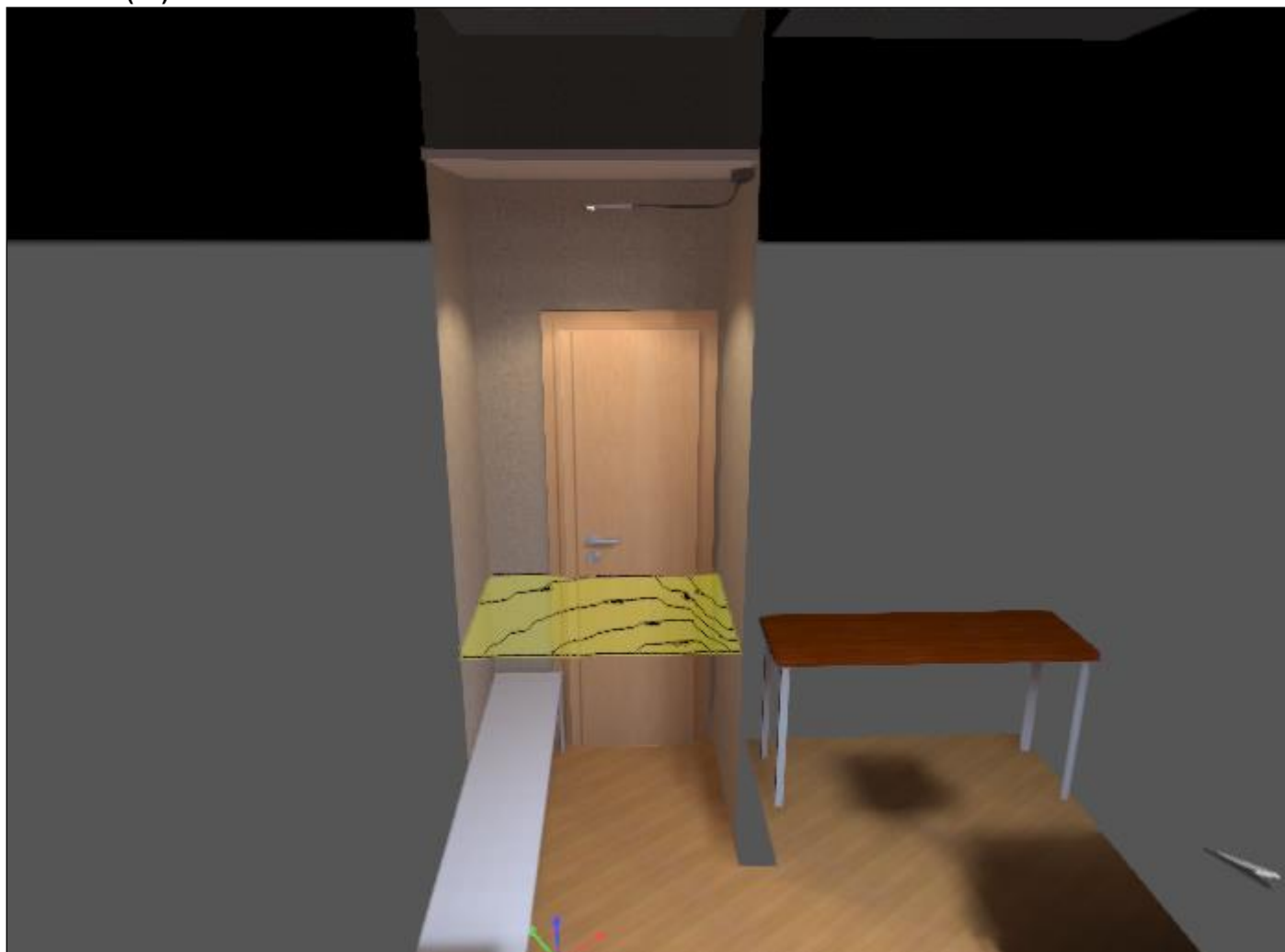
Flujo luminoso total de lámparas: 320 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 319 lm, Potencia total: 4.5 W, Rendimiento lumínico: 70.9 lm/W

## Recibidor

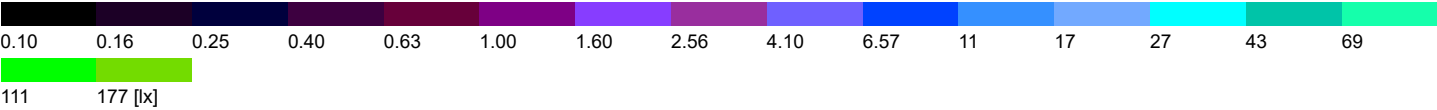
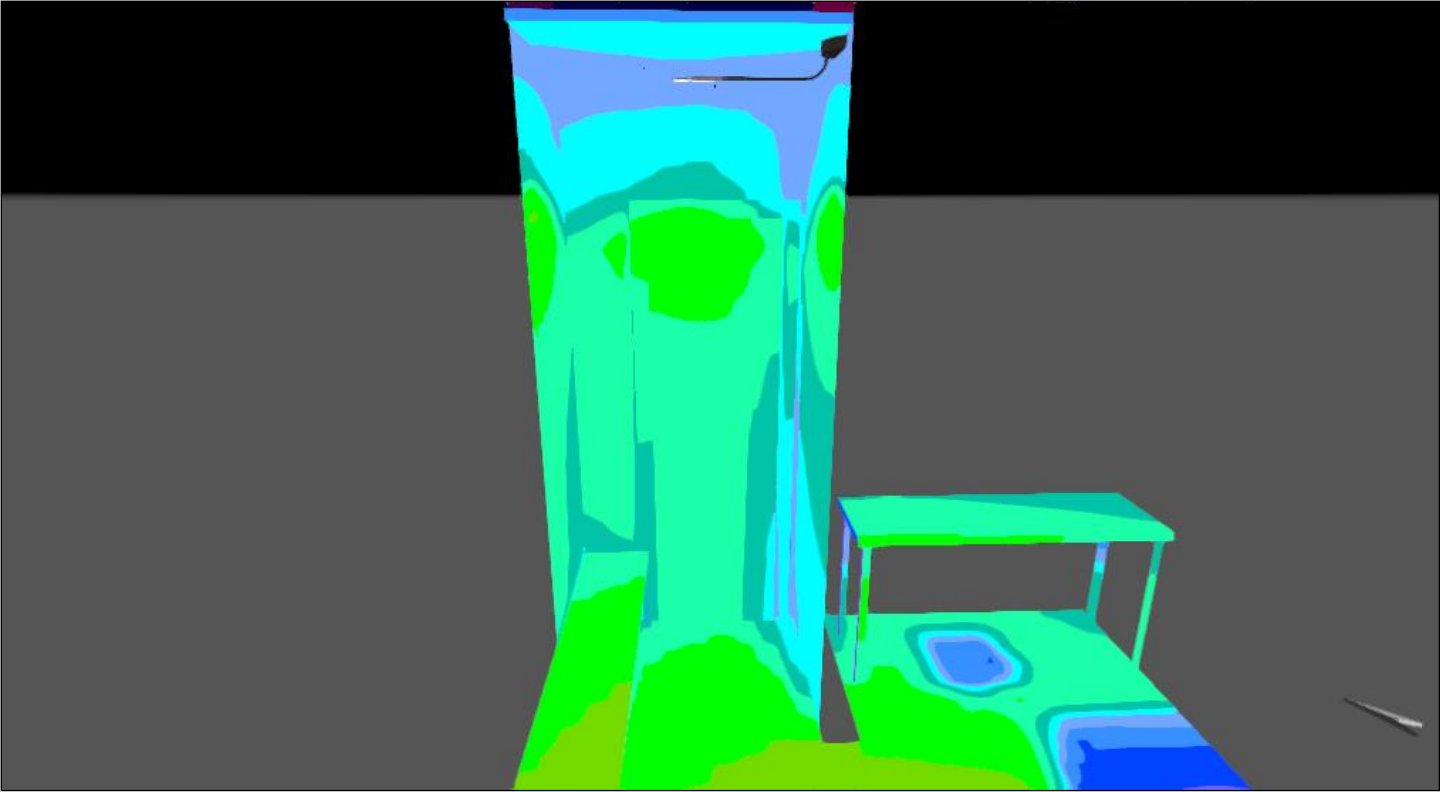
### Edificación 1 (67)

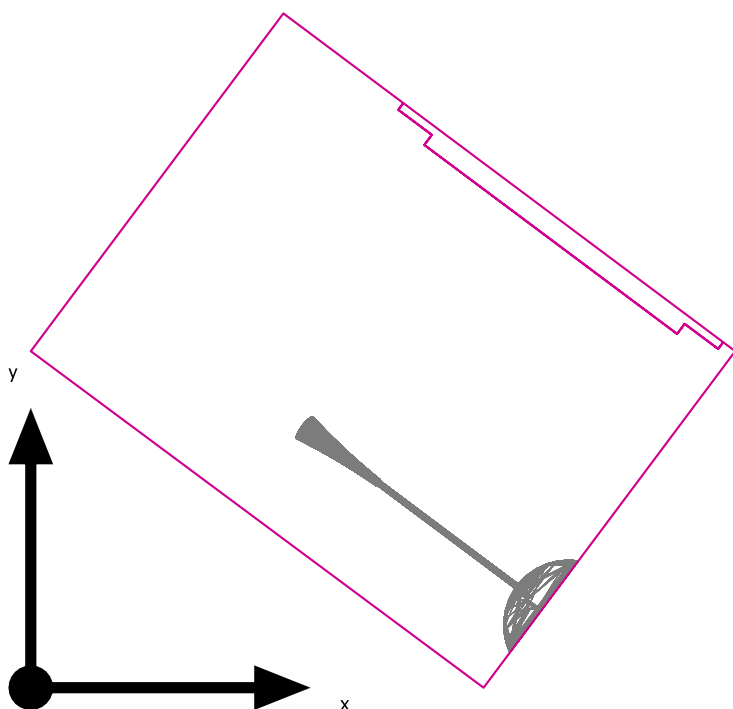


## Recibidor (49)



Recibidor (58), Iluminancias en [lx]

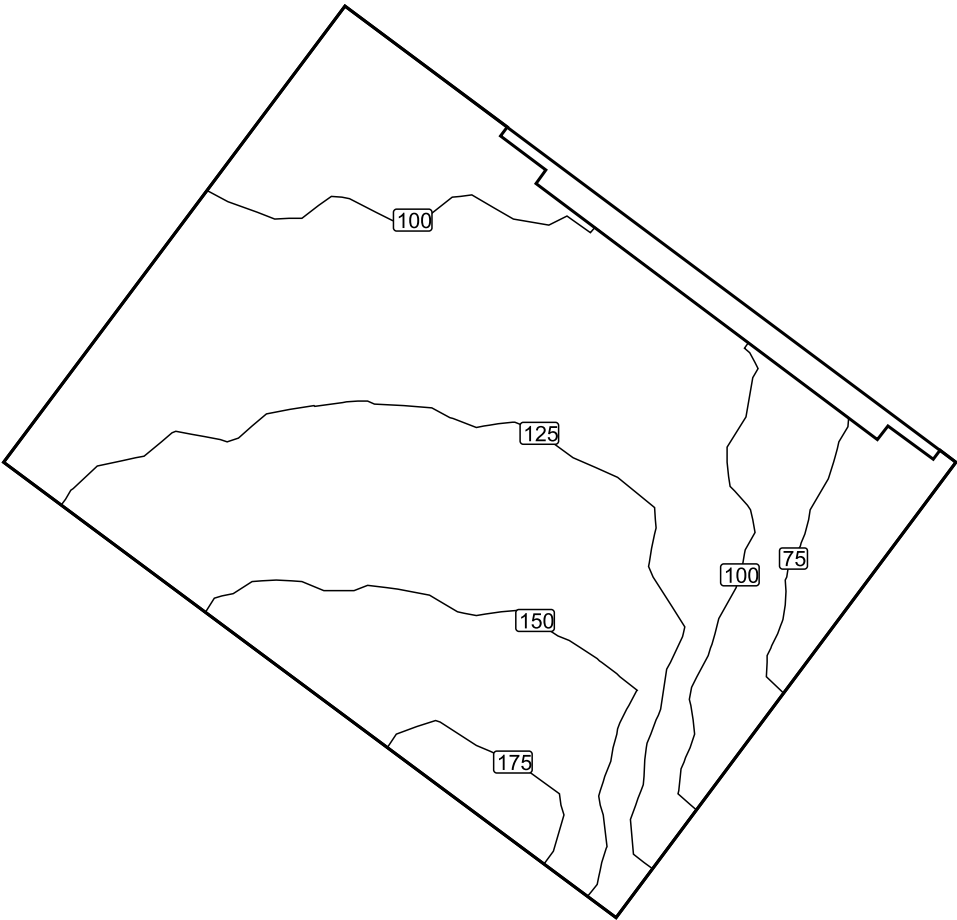


**Plano útil: Recibidor / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)****Plano útil: Recibidor: Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) (Superficie)****Escena de luz: Escena de luz 1**Media: 121 lx (Nominal:  $\geq 100$  lx), Min: 61.3 lx, Max: 184 lx, Mín./medio: 0.51, Mín./máx.: 0.33

Altura: 0.850 m, Zona marginal: 0.000 m

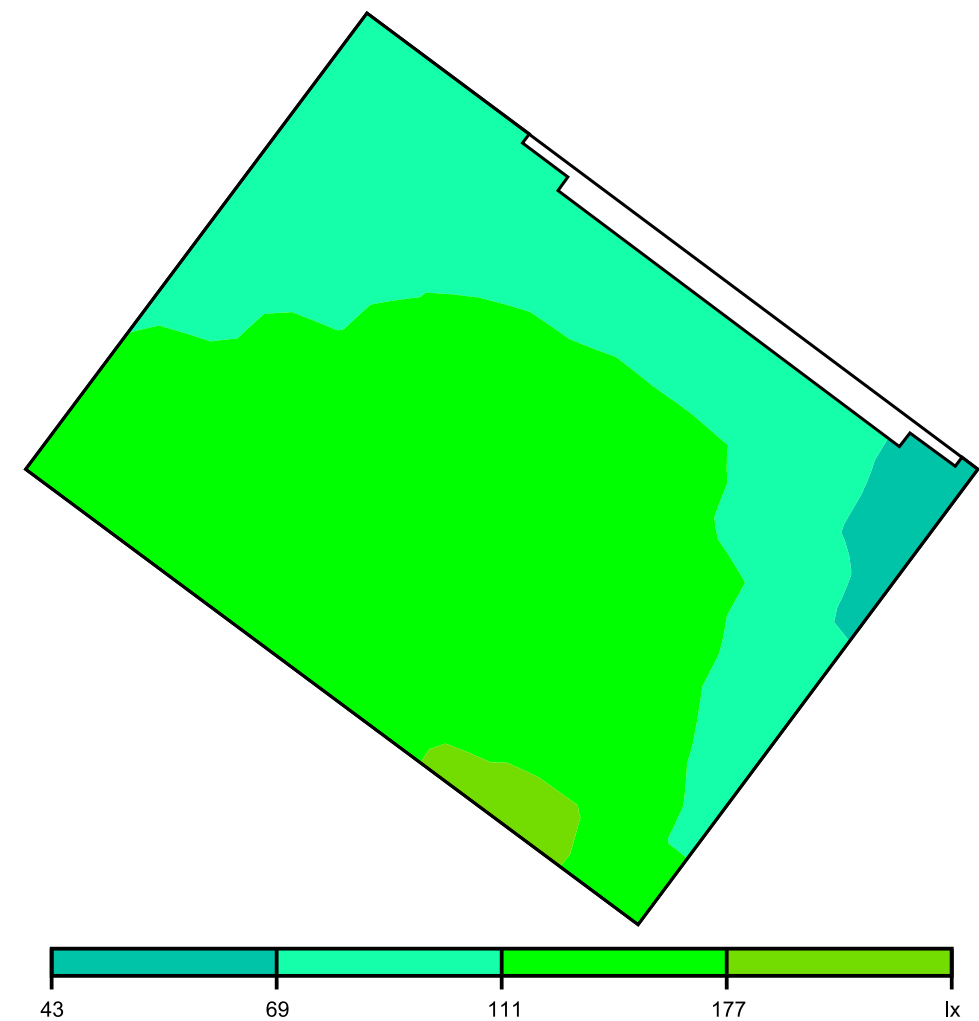


Isolíneas [lx]



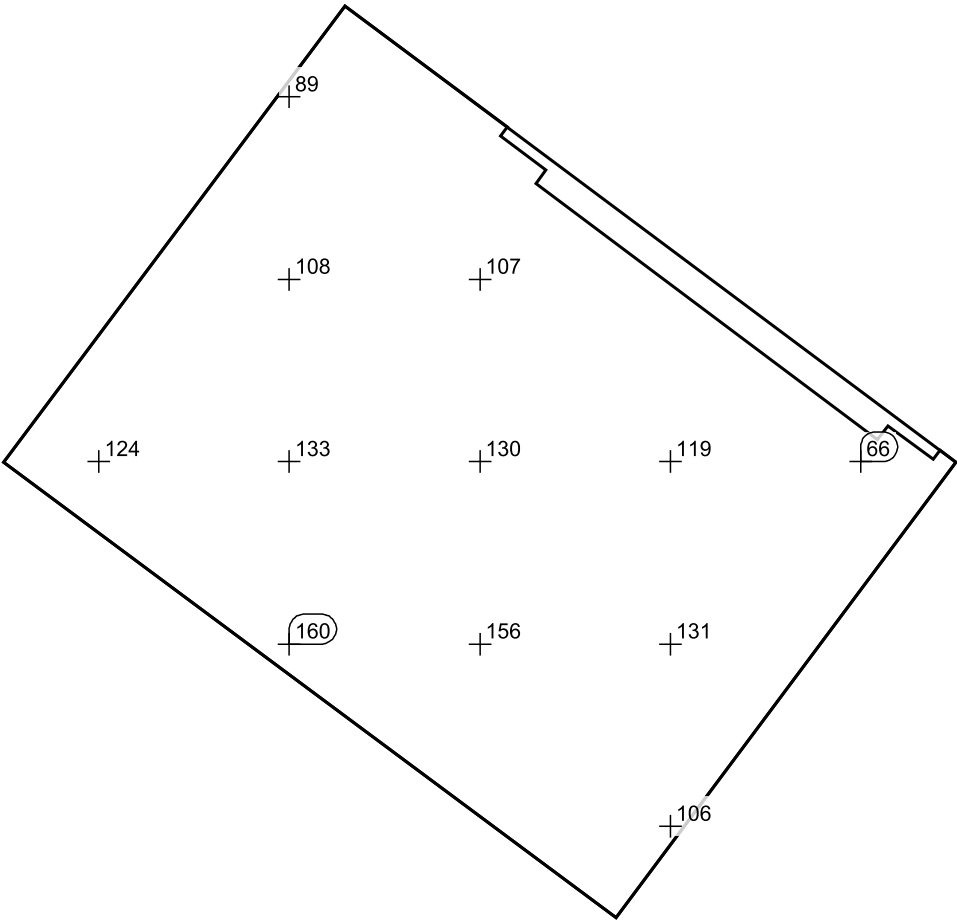
Escala: 1 : 10

Colores falsos [lx]



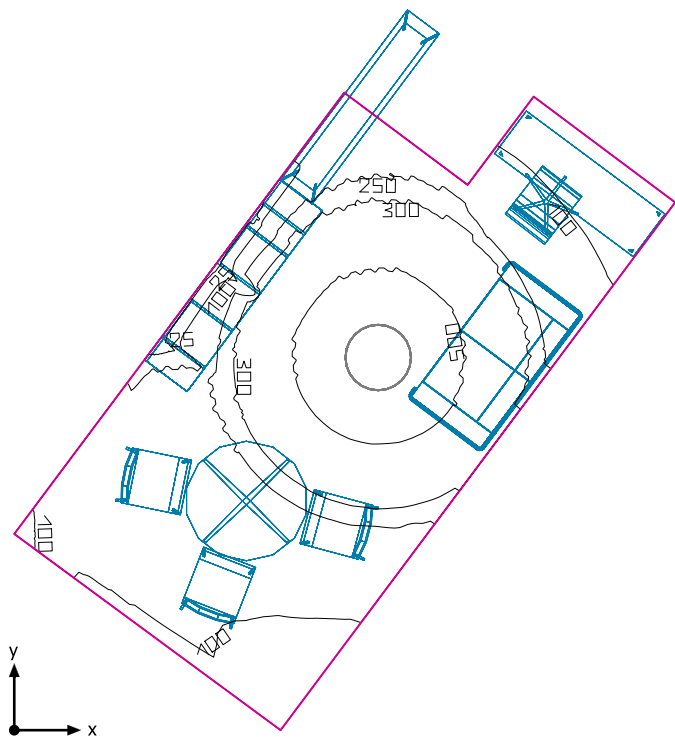
Escala: 1 : 10

Sistema de valores [lx]



Escala: 1 : 10

Salón comedor



Altura interior del local: 2.500 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 41.2%, Suelo 23.4%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil: Salón comedor	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.850 m, Zona marginal: 0.000 m	258 (≥ 200)	15.5	688	0.060	0.023

# Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
1 Molto Luce - 445-01501426 BADO SD 500 W/DL 37W 4000K Microprismen schwarz	4500	37.0	121.6
Suma total de luminarias	4500	37.0	121.6

Potencia específica de conexión: 3.24 W/m² = 1.26 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 11.41 m²)

Consumo: 45 - 71 kWh/a de un máximo de 450 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

Salón comedor

Número de unidades	Luminaria (Emisión de luz)		
1	<div>Molto Luce - 445-01501426 BADO SD 500 W/DL 37W 4000K Microprismen schwarz Emisión de luz 1 Lámpara: 1xBADO SD 500 W/DL Fotometría absoluta Flujo luminoso de las luminarias: 4500 lm Potencia: 37.0 W Rendimiento lumínico: 121.6 lm/W</div> <div>Indicaciones colorimétricas 1xBADO SD 500 W/DL: CCT 4000 K, CRI 80</div>		

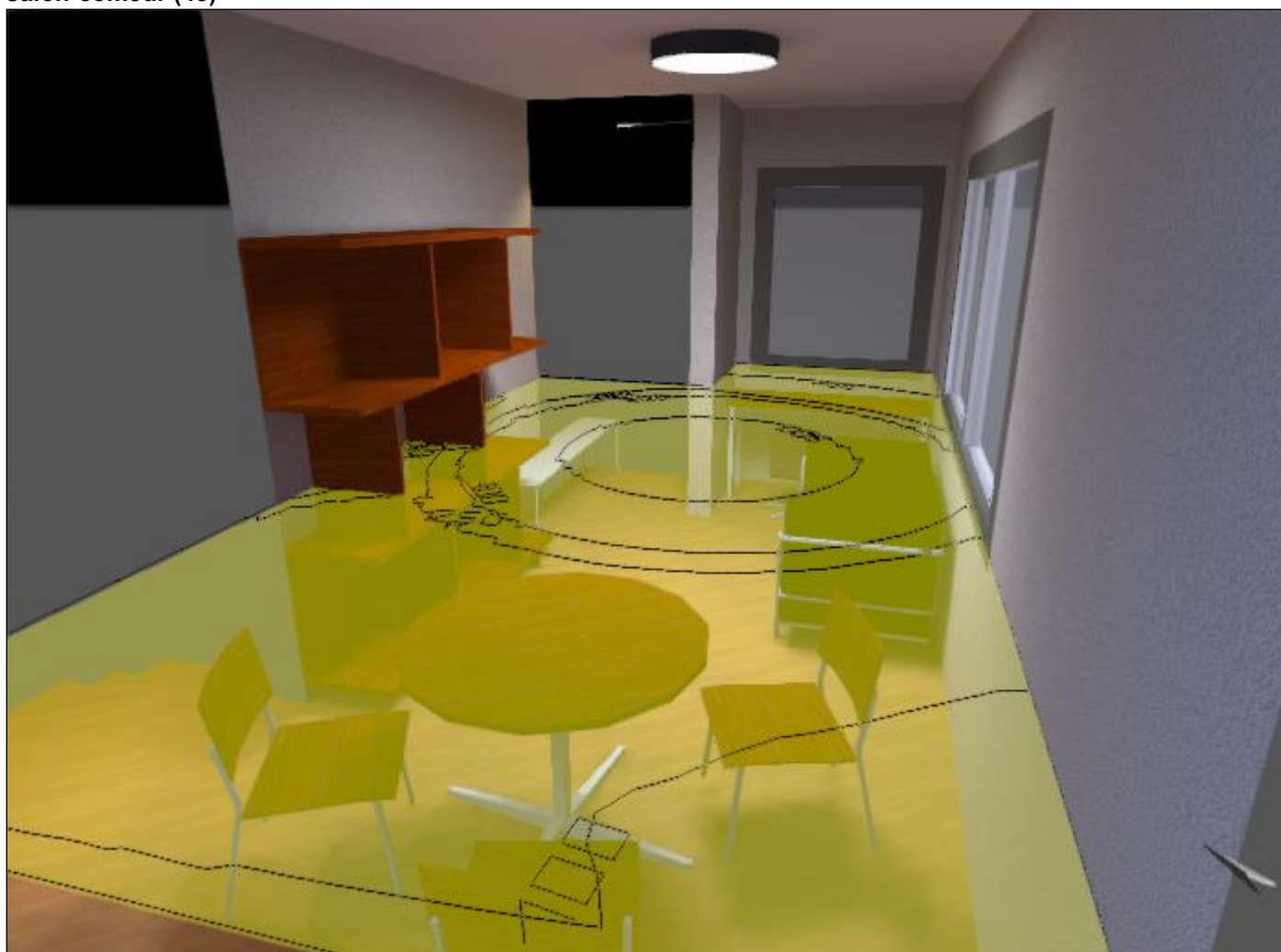
Flujo luminoso total de lámparas: 4500 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 4500 lm, Potencia total: 37.0 W, Rendimiento lumínico: 121.6 lm/W

## Salón comedor

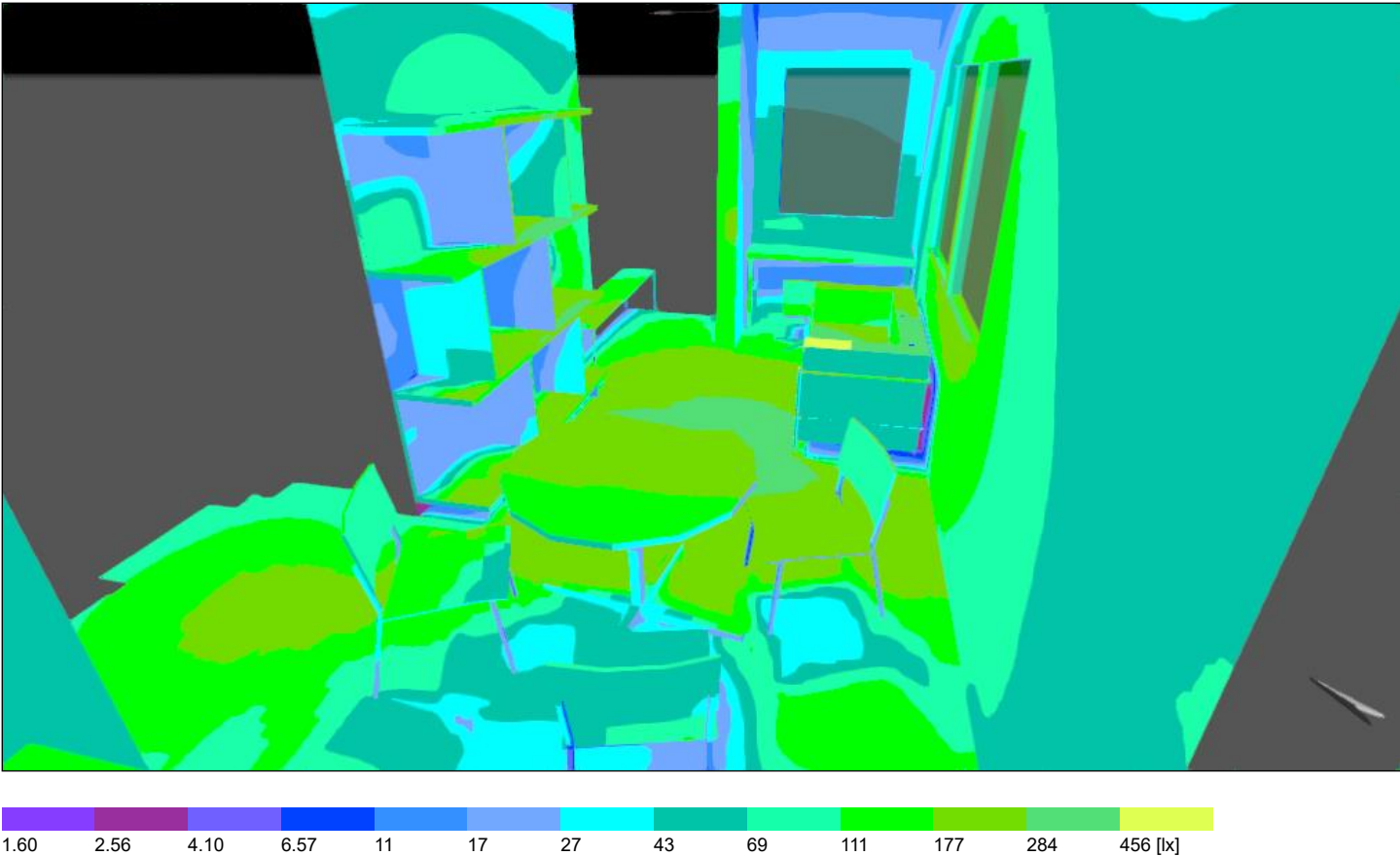
### Edificación 1 (66)



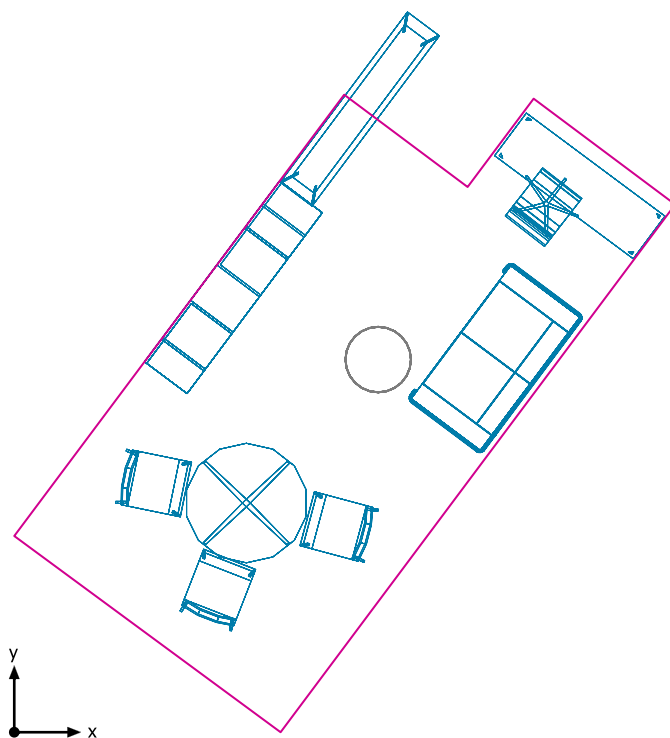
## salon-comedr (48)



salon-comedr (57), Iluminancias en [lx]

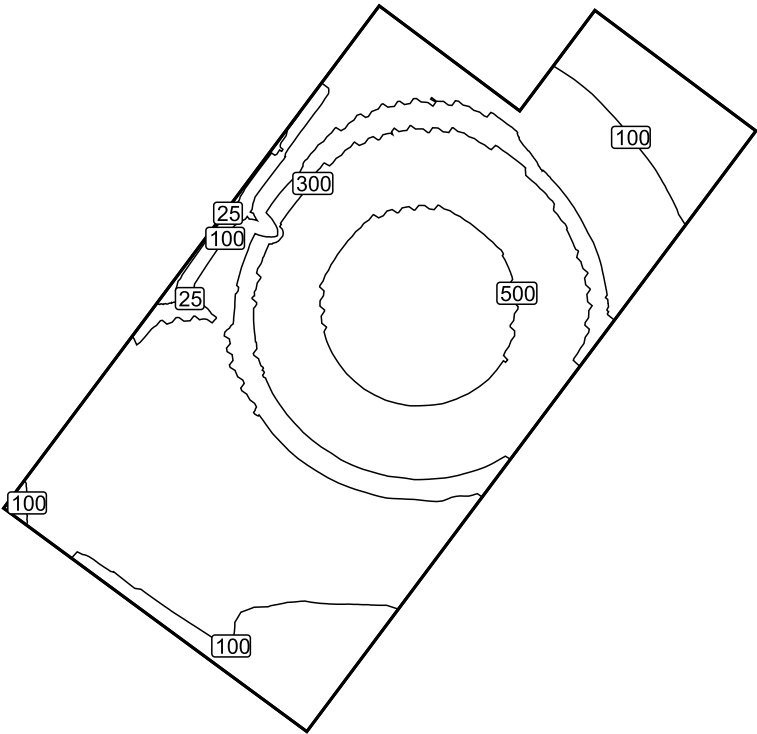




**Plano útil: Salón comedor / Intensidad lumínica perpendicular  
(Adaptativamente)****Plano útil: Salón comedor: Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) (Superficie)****Escena de luz: Escena de luz 1**Media: 258 lx (Nominal:  $\geq 200$  lx), Min: 15.5 lx, Max: 688 lx, Mín./medio: 0.060, Mín./máx.: 0.023

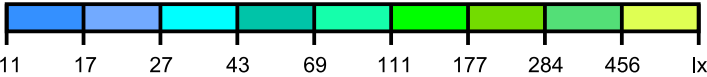
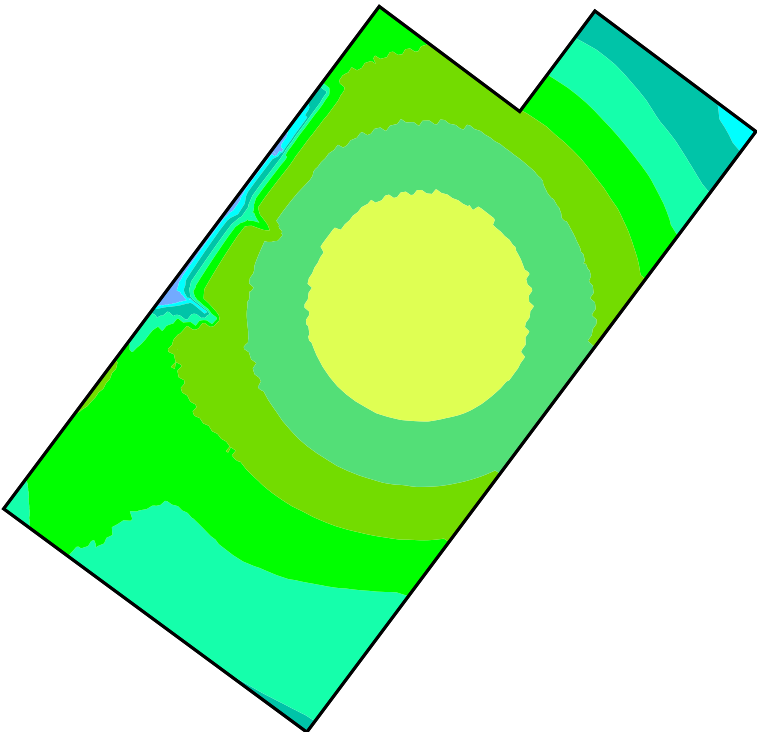
Altura: 0.850 m, Zona marginal: 0.000 m

Isolíneas [lx]



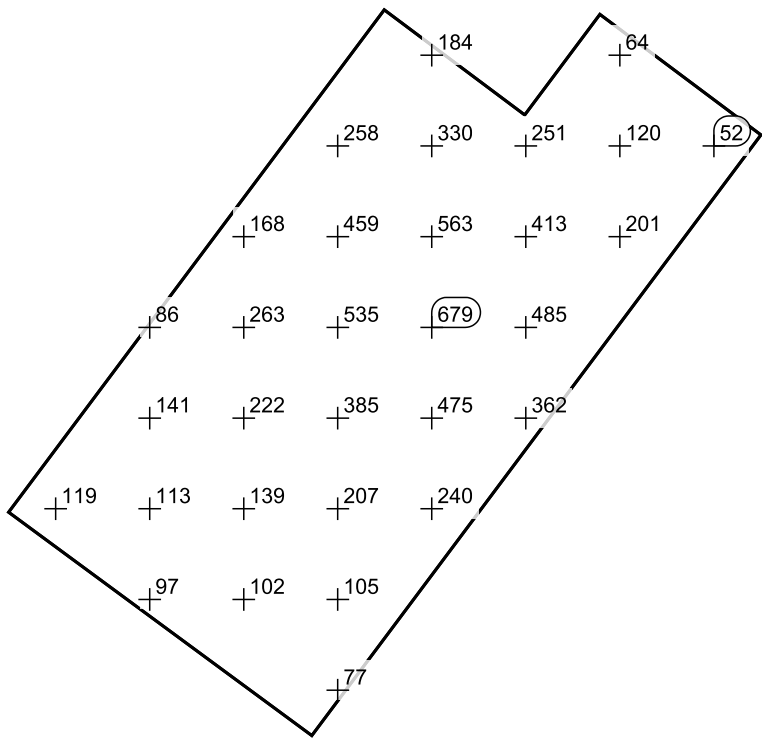
Escala: 1 : 50

Colores falsos [lx]



Escala: 1 : 50

Sistema de valores [lx]



Escala: 1 : 50

## **12.7. ANEXOS: ABASTECIMIENTO ENERGÉTICO**

# ZT Series Polycrystalline

Solar Module

320P/330P/340P



## Efficiency

High Module Conversion Efficiencies utilizing four or five bus bars per cell

## Warranty

Peace of Mind Guaranteed with a twenty-five Year Linear Power Warranty and Product Quality Ensured for ten years

## Certifications

IEC 61215:2005, IEC 61730:2004, UL 1703-3rd Ed: 2014, ULC/ORD C1703-01:2014, ISO 9001:2008, PSK 024:2008

## Tolerance

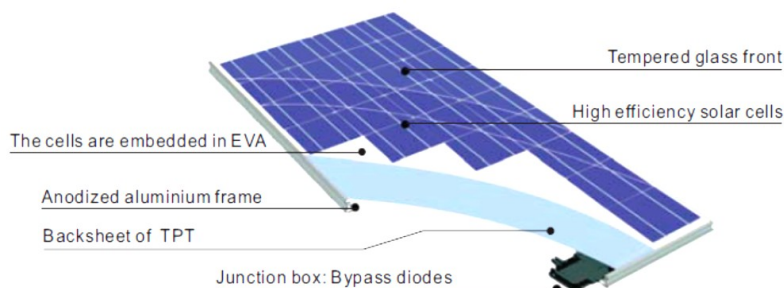
Strict quality control guarantees higher average power output according to tolerance  
0% to +3% of maximum power

## Optimized Strength

Minimum standard for wind 2400Pa to a Mechanical load capacity up to 5400Pa meet customer's needs for durability on high mountains, sea shores, & paths between buildings



Module Construction



**EMPOWERING You**  
To Change The Future

Zytech was founded in Zaragoza (Spain) in 2005. Since then the group has progressively increased its infrastructure and production capacity to become a global power with offices and headquarters in Spain, Germany, France, Italy, BENELUX, Mexico, United States of America, Korea, Malaysia and China.

Zytech takes pride in their R&D department which specializes in product enhancement, state-of-the-art machinery and rigorous quality control that guarantees an European quality product at the best price.



[www.zytechsolar.com](http://www.zytechsolar.com)

# ZT Series Polycrystalline

Solar Module



320P/330P/340P

## Cell Data

Technology	Polycrystalline Silicon
Number Per Module	72
Dimension	156 × 156
Orientation	6 × 12

## Thermal Data

Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45°C ± 2°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.275% / °C
Temperature Coefficient of Isc	+0.023 % / °C
Temperature Coefficient of Power Pmax	- 0.38% / °C

## Electrical Data (STC)

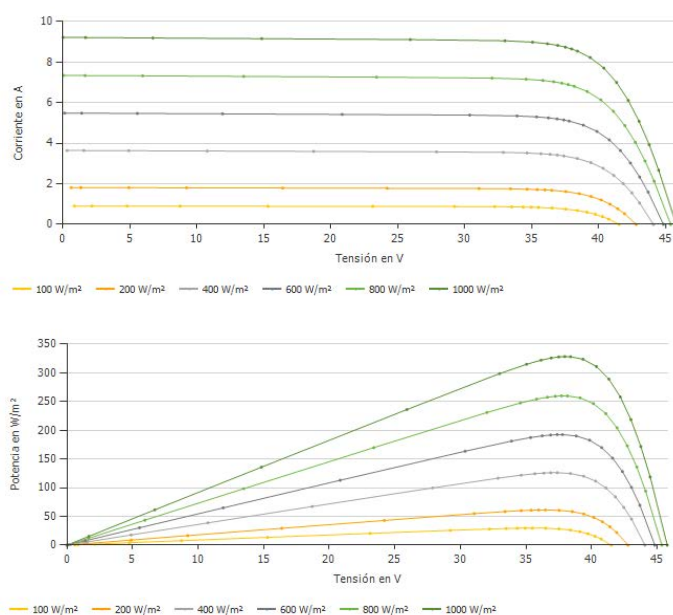
		ZT320P	ZT330P	ZT340P
Maximum power (W)	Pmax	320	330	340
Power Output Tolerance (%)		0% to +3%		
Maximum Power Voltage (V)	Vmpp	37.61	38.15	38.94
Maximum Power Current (A)	Imp	8.51	8.65	8.73
Open Circuit Voltage (V)	Voc	45.20	46.00	47.11
Short Circuit Current (A)	Isc	9.03	9.22	9.34
Cell Efficiency (%)		17.62%	17.91%	18.20%
Module Efficiency (%)		16.49%	17.00%	17.52%

\* At Standard Conditions (STC) Irradiance 1000 watt/m<sup>2</sup>, spectrum AM 1,5 at a cell temperature of 25°C

## System Integrated Parameters

Maximum System Voltage SCIL	1500 VDC (UL1500V)
Maximum Reverse Current	Do not apply external voltages larger than Voc to the module
Operating Temperature	-40~+85°C
Max Series Fuse Rating	15A

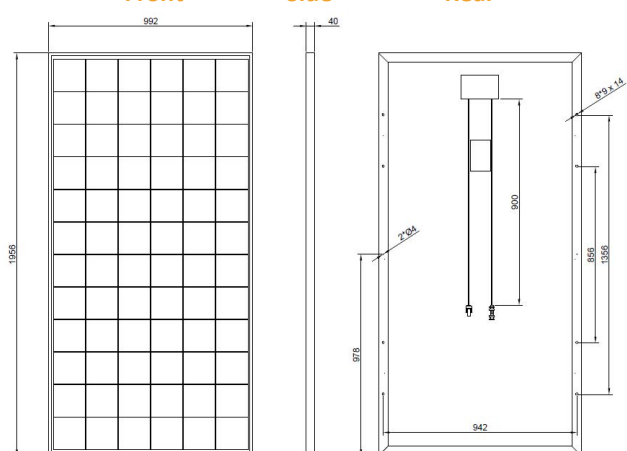
## IV and PV Curve



Front

Side

Rear



## Physical Characteristics

Module Dimension (L×W×H)	1956×992×40mm Code: PV30100-ZT320P, PV30101-ZT330P, PV30102-ZT340P
Weight	22 kg
J-Box	IP67 rated, 3 diodes
Connector	MC4 or MC4 Compatible IP67
Glass	3.2mm, High Transmission, AR Coated Tempered Glass
Cable	4 mm <sup>2</sup> PV cable, 900mm
Frame	Silver/ Black Anodized Aluminum Alloy

## Packing Configuration

Modules Per Pallet	27
Pallet Per 40' HQ Container	22 pallets and 638pcs
Packing Box Dimension (L×W×H)	2000×1150×1040 mm
Packing Orientation	Side

\*Zytech Solar reserves the right to change specifications without notice\*

\*Dimension tolerance: ±1mm per each side

## ZYT Energy Group

P. Industrial Centrovía- C/R. Janeiro, 12  
50198 La Muela (Zaragoza) SPAIN  
Tel: +34 976 141819 / Fax: +34 976+141818  
info@zytechsolar.com  
www.zytechsolar.com

## Technical Specification for Vented Lead-Acid Batteries (VLA)

### 1. Application

BAE SECURA PVS solar batteries need only low maintenance and are used to store electric energy in medium and large solar photovoltaic installations.

Due to the robust tubular plate design BAE PVS batteries are excellent suited for highest requirements regarding cycling ability and long life-time.



### 2. Technical data (Reference temperature 20 °C)

Type	$C_{1h}$ Ah	$C_{10h}$ Ah	$C_{20h}$ Ah	$C_{72h}$ Ah	$C_{100h}$ Ah	$C_{120h}$ Ah	$C_{240h}$ Ah	$R_i$ 1) mΩ	$I_k$ 2) kA	Length (L) mm	Width (W) mm	Height (H) mm	Weight dry kg	Weight filled kg
$U_e$ V/cell	1.67	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80							
2 PVS 140	63	111	127	141	143	144	148	1.52	1.37	105	208	420	9.1	14.5
3 PVS 210	95	167	191	211	215	217	222	1.06	1.96	105	208	420	11.2	16.4
4 PVS 280	127	223	254	282	287	289	295	0.84	2.46	105	208	420	12.8	18.0
5 PVS 350	159	279	318	352	359	361	369	0.70	2.98	126	208	420	15.3	21.7
6 PVS 420	191	334	382	424	431	434	444	0.60	3.47	147	208	420	18.1	25.7
5 PVS 550	223	389	432	486	496	500	513	0.57	3.61	126	208	535	20.0	28.8
6 PVS 660	267	467	518	583	595	601	616	0.49	4.18	147	208	535	23.5	34.0
7 PVS 770	310	544	604	681	694	700	720	0.44	4.69	168	208	535	26.8	39.1
6 PVS 900	352	665	748	856	877	888	916	0.47	4.41	147	208	710	33.0	47.4
7 PVS 1050	415	777	872	993	1,020	1,033	1,065	0.36	5.66	215	193	710	42.1	61.5
8 PVS 1200	473	886	996	1,137	1,160	1,178	1,216	0.32	6.36	215	193	710	46.6	65.4
9 PVS 1350	522	992	1,116	1,274	1,300	1,320	1,365	0.33	6.20	215	235	710	51.4	75.4
10 PVS 1500	585	1,100	1,240	1,418	1,450	1,464	1,516	0.28	7.25	215	235	710	56.0	79.4
11 PVS 1650	635	1,210	1,362	1,555	1,590	1,608	1,665	0.28	7.36	215	277	710	61.0	89.6
12 PVS 1800	698	1,320	1,486	1,699	1,740	1,752	1,816	0.24	8.41	215	277	710	65.4	93.4
11 PVS 2090	790	1,470	1,636	1,836	1,870	1,884	1,941	0.24	8.38	215	277	855	72.7	105.9
12 PVS 2280	869	1,600	1,784	2,001	2,040	2,052	2,116	0.22	9.48	215	277	855	77.4	110.4
13 PVS 2470	978	1,740	1,938	2,174	2,210	2,232	2,292	0.16	13.03	215	400	815	90.8	137.8
14 PVS 2660	1,051	1,880	2,080	2,332	2,380	2,400	2,448	0.15	13.82	215	400	815	95.3	142.4
15 PVS 2850	1,123	2,010	2,220	2,498	2,550	2,568	2,640	0.14	14.43	215	400	815	100.2	146.9
16 PVS 3040	1,195	2,140	2,380	2,664	2,710	2,736	2,808	0.13	15.20	215	400	815	105.4	151.6
17 PVS 3230	1,280	2,290	2,540	2,858	2,910	2,940	3,000	0.12	16.91	215	490	815	117.7	175.1
18 PVS 3420	1,352	2,420	2,680	3,024	3,080	3,108	3,192	0.11	17.55	215	490	815	121.9	179.1
19 PVS 3610	1,425	2,560	2,840	3,189	3,250	3,276	3,360	0.11	18.36	215	490	815	126.8	183.6
20 PVS 3800	1,496	2,690	2,980	3,355	3,420	3,444	3,528	0.11	18.92	215	490	815	132.0	188.3
22 PVS 4180	1,635	2,950	3,280	3,686	3,750	3,780	3,888	0.10	19.92	215	580	815	145.4	213.9
24 PVS 4560	1,777	3,220	3,560	4,010	4,090	4,128	4,224	0.09	21.26	215	580	815	155.2	223.0
26 PVS 4940	1,917	3,480	3,860	4,341	4,420	4,464	4,584	0.09	22.49	215	580	815	165.0	232.0

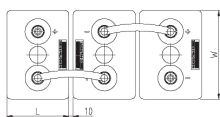
1, 2) Internal resistance  $R_i$  and short circuit current  $I_k$  according to IEC 60896-11

Height (H) is the maximum height between container bottom and top of the bolts in assembled condition.

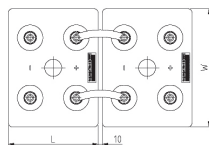
BAE SECURA PVS solar batteries are also available as dry pre-charged version. They are titled with additional "TG", e.g. 4 PVS 280 TG.

All values given in the table correspond to 100 % DOD without voltage drop of connectors. Please consider item 7.

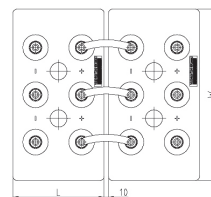
### 3. Terminal positions



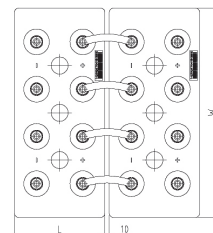
2 PVS 140 to 6 PVS 900



7 PVS 1050 to 12 PVS 2280



13 PVS 2470 to 16 PVS 3040



17 PVS 3230 to 26 PVS 4940

Terminals are designed as female poles with brass inlay M10 for flexible insulated copper cables with cross-section 25, 35, 50, 70, 95 or 120 mm<sup>2</sup> or insulated solid copper connectors with cross-section 90, 150 or 300 mm<sup>2</sup>.

# Technical Specification for BAE *SECURA PVS solar*



## 4. Design

Positive electrode

tubular-plate with a woven polyester gauntlet and solid grids in a corrosion-resistant PbSbSnSe-low antimony alloy

Negative electrode

grid-plate in a low antimony alloy with long-life expander material

Separation

microporous separator

Electrolyte

sulphuric acid with a density of 1.24 kg/l at 20 °C (68 °F)

Container

high impact, transparent SAN (Styrol-Acrylic-Nitrile), UL-94 rating: HB

Lid

high impact SAN in dark grey colour (colour may vary slightly from given image), UL-94 rating: HB

Plugs

labyrinth plugs for arresting aerosols,

optional ceramic plugs or ceramic funnel plugs according to DIN 40740

Pole-bushing

100 % gas- and electrolyte-tight, sliding, plastic-coated "Panzerpol"

Kind of protection

IP 25 regarding EN 60529, touch protected according to VBG 4

## 5. Installation

BAE *SECURA PVS solar* batteries are designed for indoor applications.

For outdoor applications please contact BAE.

## 6. Maintenance

Every 6 months

check battery voltage, pilot cell voltages, temperatures

Every 12 months

check connections, record battery voltage, cell voltages and temperatures

Every 3 years

average water-refilling interval (depending on utilization and ambient temperature)

## 7. Operational data

Depth of discharge (DOD)

max. 80 % ( $U_e = 1.91$  V/cell for discharge times >10 h; 1.74 V/cell for 1 h)

deep discharges of more than 80 % DOD have to be avoided

unlimited, the minimal charge current has to be 5 A/100 Ah  $C_{10}$

Initial charge current

(I or bulk phase)

Charge voltage at cyclic operation

restricted from 2.30 V to 2.40 V per cell, operating instruction is to be observed

Float voltage/non cyclic voltage

2.23 V/cell

Adjustment of charge voltage

no adjustment necessary if battery temperature is between 10 °C and 30 °C (50 °F and 86 °F) in the monthly average, otherwise  $\Delta U/\Delta T = -0.003$  V/cell per K

Recharge to 100 %

within a period of 1 up to 4 weeks

IEC 61427 cycles

3,150 (A+B) at 40 °C (104 °F)

Battery temperature

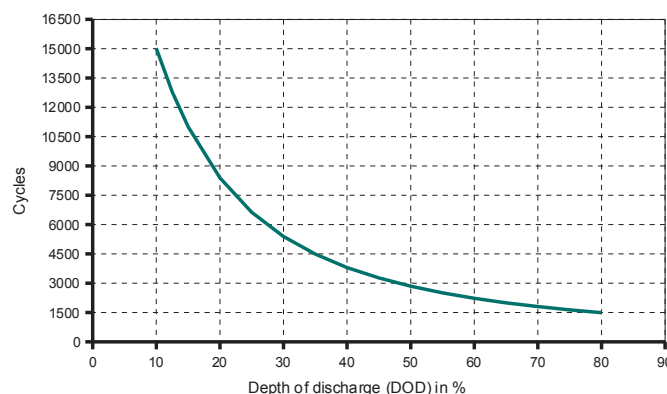
-20 °C to 55 °C (-4 °F to 131 °F),

recommended temperature range 10 °C to 30 °C (50 °F to 86 °F)

approx. 3 % per month at 20 °C (68 °F)

Self-discharge

## 8. Number of cycles as function of Depth of discharge



## 9. Transport

Batteries are not subject to ADR (road transport), if the conditions of Special Provision 598 (Chapter 3.3) are observed.

These cells/batteries are dangerous goods on sea transport. Declaration and packaging must comply with the requirements of IMDG-Codes.

## 10. Standards

Test standards

IEC 60896-11, IEC 61427

Safety standard, ventilation

EN 50272-2





# FLEXmax™

Controlador de carga con seguidor continuo de punto de máxima potencia.

- Incrementa la producción de su matriz FV un 30%
- Algoritmo avanzado de seguimiento del punto de máxima potencia en tiempo real
- 80 Amps de salida hasta 40°C
- Voltajes de batería de 12 a 60 VCC
- Detección automática de voltaje de batería
- Programable a través de la red de datos OutBack
- Salida auxiliar programable
- 128 días de registro de datos
- Compatible con sistemas de tierra positivo o negativo



El controlador FLEXmax 80 es la última innovación de OutBack Power Systems en reguladores de carga con seguimiento de punto de máxima potencia (MPPT). El nuevo algoritmo del FLEXmax 80 es a la vez continuo y activo, incrementando la producción energética hasta un 30%. Con un sistema de ventilación mejorado, el FLEXmax 80 mantiene su salida de 80 Amps hasta una temperatura ambiente de 40°C.

Incluye idiomas de programación español e inglés seleccionables en el mismo equipo.



El FLEXmax 80 incorpora todas las ventajas del revolucionario MX60 diseñado por OutBack Power Systems: como el amplio rango de voltajes de batería y capacidad de trabajar con alto voltaje de módulos FV cargando una batería de voltaje reducido. La pantalla retroiluminada y botonera integradas permiten acceso a la información. La comunicación en red con el resto de equipos OutBack Power Systems permite su programación remota a través del controlador programador MATE.

El nuevo FLEXmax 80 es la mejor elección cuando busque un regulador de carga de altas prestaciones, eficiente y adaptable para su sistema de energía solar fotovoltaica.

**OutBack**  
Power Systems

[www.outbackpower.com](http://www.outbackpower.com)

## Especificaciones FLEXmax

	 <b>FLEXmax<sup>®</sup> 80 - FM80-150VDC</b>	 <b>FLEXmax<sup>®</sup> 60 - FM60-150VDC</b>
Voltajes de batería nominal	12, 24, 36, 48 o 60 VCC ( en el mismo equipo - a seleccionar al poner en marcha el equipo)	12, 24, 36, 48 o 60 VCC ( en el mismo equipo - a seleccionar al poner en marcha el equipo)
Corriente máxima de salida	80 amperios @ 40°C/104°F con límite de corriente ajustable	60 amperios @ 40°C/104°F con límite de corriente ajustable
Potencia máxima matriz FV	12VCC systems 1250W / 24 VCC systems 2500W / 48 VCC systems 5000W / 60 VCC systems 7500W	12VCC systems 900W / 24 VCC systems 1800W / 48 VCC systems 3600W / 60 VCC systems 4500W
Voltaje circuito abierto matriz FV	150VCC valor máximo en condiciones de baja temperatura / 145VCC para arranque y condiciones máximas de operación	150VCC valor máximo en condiciones de baja temperatura / 145VCC para arranque y condiciones máximas de operación
Consumo en espera	Menor a 1W	Menor a 1W
Eficiencia de conversión de potencia	97,5% @ 80 Amps en sistema de 48 VCC típica	98,1% @ 60 Amps en sistema de 48 VCC típica
Regulación de carga	Cinco estados: carga máxima (bulk), absorción, flotación, silenciosa e igualización	Cinco estados: carga máxima (bulk), absorción, flotación, silenciosa e igualización
Puntos de ajuste de regulación de voltaje	De 10 a 60 VCC, ajustable por el usuario con protección mediante contraseña	De 10 a 60 VCC, ajustable por el usuario con protección mediante contraseña
Voltaje de igualización	Voltaje y temporización programables - Finalización automática.	Voltaje y temporización programables - Finalización automática.
Compensación de temperatura de batería	Automática con RTS opcional (sensor de temperatura remoto) / 5.0 mV por °C por celda de batería de 2 VCC	Automática con RTS opcional (sensor de temperatura remoto) / 5.0 mV por °C por celda de batería de 2 VCC
Capacidad de voltaje reducido	Permite cargar una batería de voltaje inferior con una matriz FV de voltaje superior - Max 150 VCC	Permite cargar una batería de voltaje inferior con una matriz FV de voltaje superior - Max 150 VCC
Salida auxiliar de control	Salida programable de 12VCC disponible para diferentes aplicaciones (máx. 0,2A CC)	Salida programable de 12VCC disponible para diferentes aplicaciones (máx. 0,2A CC)
Pantalla de información	8cm (3,1") Pantalla LCD retroiluminada de 4 líneas y 80 caracteres	8cm (3,1") Pantalla LCD retroiluminada de 4 líneas y 80 caracteres
Pantalla y controlador a distancia	Opcional - MATE o MATE2 con puerto serie RS232 para comunicaciones	Opcional - MATE o MATE2 con puerto serie RS232 para comunicaciones
Conexión red de datos OutBack	Red OutBack de datos mediante conector RJ45 con cable CAT 5e (8 hilos)	Red OutBack de datos mediante conector RJ45 con cable CAT 5e (8 hilos)
Registro de datos	Últimos 128 días - Ah, Wh, W pico, Amps, Voltaje de FV, tiempo en flotación, Voltaje max y min de batería, absorción para cada día además de valores acumulados de Ah y kWh	Últimos 128 días - Ah, Wh, W pico, Amps, Voltaje de FV, tiempo en flotación, Voltaje max y min de batería, absorción para cada día además de valores acumulados de Ah y kWh
Energía eólica/hidráulica	Consultar fabricante para sistemas compatibles	Consultar fabricante para sistemas compatibles
Sistemas positivo a tierra	Precisa interruptor interruptor bipolar para desconectar conductores positivo y negativo en matriz FV y batería. (No se recomienda el uso de HUB4 ni HUB10 en sistemas de positivo a tierra)	Precisa interruptor interruptor bipolar para desconectar conductores positivo y negativo en matriz FV y batería. (No se recomienda el uso de HUB4 ni HUB10 en sistemas de positivo a tierra)
Rango de temperatura de operación	-40°C a +60°C (La potencia de salida se desclasifica a partir de 40°C)	-40°C a +60°C (La potencia de salida se desclasifica a partir de 40°C)
Categoría ambiental	Para instalación en interior	Para instalación en interior
Orificios de conexionado	Uno 35mm (1") posterior; Uno 35mm (1") izquierda; Dos 35mm (1") inferior	Uno 35mm (1") posterior; Uno 35mm (1") izquierda; Dos 35mm (1") inferior
Garantía	5 años	5 años
Peso	Equipo	Equipo
	Envío	Envío
Dimensiones (altoxanchoxprofundo)	Equipo	Equipo
	Envío	Envío
Opciones	Sensor de temperatura remoto (RTS), HUB4, HUB10, MATE y MATE2	Sensor de temperatura remoto (RTS), HUB4, HUB10, MATE y MATE2
Idiomas de menu	Español e Inglés en el mismo equipo	Español e Inglés en el mismo equipo

\* Especificaciones sujetas a cambio sin previo aviso

**OutBack**  
Power Systems

**Main Office:**  
19009 62nd Avenue NE  
Arlington, WA 98223 USA  
Phone: 360.435.6030  
Fax: 360.435.6019  
[www.outbackpower.com](http://www.outbackpower.com)

**European Office:**  
C/ Castelló 17  
08330 Sant Boi de Llobregat  
BARCELONA, España  
Phone: +34.93.654.9568  
Fax: +34.93.661.7731

Disponbile en:



# Must Solar Baja Frecuencia 12V / 24V



## PV3000 MPK Series

### Inversor solar de Baja Frecuencia

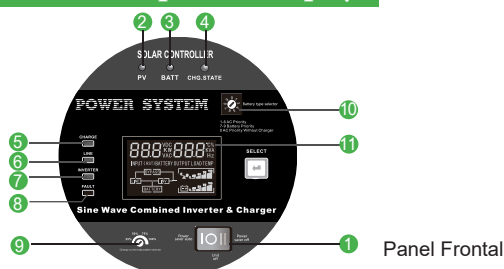
#### Características:

- Potencia de salida entre 1kW y 6kW
- Onda senoidal pura
- Cargador AC de alta potencia
- Regulador MPPT integrado de 40A / 60A según versiones
- Eficiencia máxima del MPPT de 98%
- Transformador interno de bobinado en cobre
- Pantalla de monitorización y configuración de ajustes
- Diseño de gran eficiencia con modo de ahorro de energía
- Comunicaciones mediante puerto RS232
- Compatibilidad con generador y arranque automático AGS
- Cargador integrado de entre 35 hasta 75A según versiones
- Aislamiento galvánico

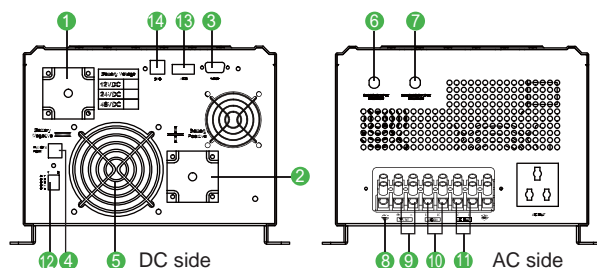
#### Introducción:

Este es un inversor multifunción que combina las tareas de un inversor de baterías junto con un regulador de carga solar de tipo MPPT maximizador y un cargador de baterías integrado para ofrecer un producto todo en uno. Este modelo con bobinado de baja frecuencia crea una senoidal pura a partir de un transformador de cobre, que le da una gran fiabilidad y durabilidad. Podremos visualizar el funcionamiento del inversor a través de la pantalla LCD de su parte frontal.

#### Información pantalla display:



- |             |  |
|-------------|--|
| 1. ON / OFF | Power saver auto: Inversor modo ahorro energía (consumo de unos 25W)     |
|             | Unit off: Inversor apagado (Si hay corriente AC, funcionará el cargador) |
|             | Power saver off: Inversor modo funcionamiento sin ahorro de energía      |
- 
- |              |                        |           |  |
|--------------|------------------------|-----------|--|
| 2. PV        | Voltaje PV normal      | 8. PAULT  | Comprobar inversor                           |
| 3. BATT      | Voltaje batería normal | 9. [Icon] | Corriente carga ajustable: 25%,50%,75%,100%. |
| 4. CHG STATE | Cargando               | 10.       | Selector tipo de batería                     |
| 5. CHARGE    | Carga AC               | 11.       | Pantalla LCD                                 |
| 6. GRID      | AC disponible          |           |  |
| 7. INVERTER  | Modo inversor          |           |  |



- |                                |                                     |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| 1. BATERIA "-"                 | 8. Tierra                           |
| 2. BATERIA "+"                 | 9. Entrada FV                       |
| 3. Puerto comunicaciones RS232 | 10. Entrada AC                      |
| 4. Puerto remoto               | 11. Salida AC                       |
| 5. Ventilador                  | 12. Interruptores función (SW1~SW5) |
| 6. Fusible bypass AC           | 13. AGS                             |
| 7. Fusible salida AC           | 14. BTS                             |

#### Conexión del sistema solar:





## Especificaciones

MODELO		PV30-1KW MPK	PV30-1.5KW MPK	PV30-2KW MPK	PV30-3KW MPK	PV30-5KW MPK	PV30-6KW MPK
Voltaje nominal banco de baterías		12VDC	12VDC	12VDC	12VDC	24VDC	24VDC/48VDC
SALIDA INVERSOR	Potencia nominal	1KW	1.5KW	2KW	3KW	5KW	6KW
	Potencia arranque (20ms)	3KW	4.5KW	6KW	9KW	15KW	18KW
	Capacidad arranque motores	1HP	1HP	1HP	2HP	3HP	3HP
	Onda eléctrica	Onda senoidal pura / igual a la entrada (modo bypass)				Onda senoidal pura / igual a la entrada (modo bypass)	
	Salida voltaje nominal RMS	220V/230V/240VAC(+/-10% RMS)				220V/230V/240VAC(+/-10% RMS)	
	Frecuencia salida	50Hz/60Hz +/-0.3 Hz				50Hz/60Hz +/-0.3 Hz	
	Eficiencia inversor (Pico)	>88%				>88%	
	Eficiencia conectado AC	>95%				>95%	
	Factor de potencia	0.8				1.0	
AC ENTRADA	Tiempo transferencia típico	10ms(max)				10ms(max)	
	Voltaje	230VAC				230VAC	
	Rango voltaje seleccionable	155~280VAC				155~280VAC	
BATERÍA	Rango de frecuencia	50Hz/60Hz (Auto) 40-80Hz				50Hz/60Hz (Auto) 40-80Hz	
	Voltaje mínimo arranque	10.0VDC /10.5VDC				20.0VDC~21.0VDC /40.0VDC~42.0VDC	
	Alarma batería baja	10.5VDC+/-0.3V				21.0VDC+/-0.6V /42.0VDC+/-1.2V	
AC CARGADOR	Corte bajo voltaje	10.0VDC+/-0.3V				20.0VDC+/-0.6V /40.0VDC+/-1.2V	
	Alarma alto voltaje	16.0VDC+/-0.3V				32.0VDC+/-0.6V /64.0VDC+/-1.2V	
	Recuperación alto voltaje	15.5VDC+/-0.3V				31.0VDC+/-0.6V / 62.0VDC+/-1.2V	
BYPASS & PROTECCIÓN	Consumo en reposo	<25W con modo ahorro				<50W con modo ahorro	
	Voltaje salida	Depende tipo batería				Depende tipo batería	
	Fusible entrada AC	10A	30A	30A	30A	40A	
REGULADOR CARGA	Protección sobrecarga	15.7VDC				31.4VDC/62.8VDC	
	Máxima corriente carga	35A	45A	65A	75A	70A	75A 50A
	Onda de entrada	Onda pura (red o generador)				Onda pura (red o generador)	
CARACT. FÍSICAS	Frecuencia nominal entrada	50Hz o 60Hz				50Hz o 60Hz	
	Protección sobrecarga	Corta-circuitos				Corta-circuitos	
	Protección cortocircuito salida	Corta-circuitos				Corta-circuitos	
OTROS	Límite intensidad Bypass	10A	15A	30A	30A	40A	
	Corriente máxima Bypass	30Amp				40Amp	
	Potencia FV máxima	600W				1600W	1600W 3200W
PANELES CONEXIÓN	Corriente FV máxima	40A				60A	
	Selección voltaje DC	12V				24V/48V auto	
	Rango MPPT	16~100VDC				32~145VDC @ 24V / 64~145VDC @ 48V	
PANELES CONEXIÓN	Voltaje máximo MPPT VOC	100VDC				145VDC	
	Eficiencia máxima	>90%				>98%	
	Consumo stand-by regulador	<2W				<2W	
PANELES CONEXIÓN	Instalación	En pared				En pared	
	Dimensiones (W*H*D)	423*247*197mm				597x247x197mm	
	Peso neto (Inversor) kg	18.5	19.5	23.5	28.7	50.4	51.8 49.2
PANELES CONEXIÓN	Dimensiones embalaje (W*H*D)	570*355*300mm				743*372*312mm	
	Peso bruto (Inversor) kg	21.5	22.4	25.8	31.2	54	55.7 53.1
PANELES CONEXIÓN	Rango operativo temperatura	0°C to 40°C				0°C to 40°C	
	Temperatura almacenamiento	-15°C to 60°C				-15°C to 60°C	
	Nivel sonoro	60dB MAX				60dB MAX	
PANELES CONEXIÓN	Pantalla	LED+LCD				LED+LCD	
	Volumen(20GP/40GP/40HQ)	460uds / 920uds / 1060uds				320uds / 640uds / 750uds	

## Paneles conexión



Serie | 8, Frigorífico combinado de libre instalación, Acabado en cristal, 203 x 60 cm, Blanco KGF39SW45



Accesorios incluidos  
2 x Acumulador de frío  
3 x Huevera

Accesorios opcionales  
KSZ10HC00 : ACCESORIO FRIO WIFI

A+++

**Frigorífico combi No Frost con zona VitaFresh Pro 0°C: conserva tus alimentos frescos el triple de tiempo.**

- **Zona VitaFresh Pro 0°C:** frutas, verduras, carnes y pescados se mantienen frescos hasta el triple de tiempo - gracias a la tecnología de 0°C y una óptima humedad.
- **Electrónica Premium TouchControl:** regulación independiente de temperaturas en los 3 compartimentos.
- **Iluminación Premium mediante LED:** luz eficiente y uniforme situada en las zonas superior y lateral, para una visibilidad perfecta del interior durante toda la vida del electrodoméstico.
- **WIFI Ready (+ accesorio):** con un accesorio adicional puedes integrar tu frigorífico en el sistema Home Connect y controlarlo vía app.
- **Instalación perfecta:** el frigorífico puede instalarse entre muebles o junto a la pared.

**Datos técnicos**

Tipo de construcción :	Independiente
Opción de puerta panelable :	No posible
Altura :	2030
Anchura del producto :	600
Fondo del aparato sin tirador (mm) :	660
Peso neto (kg) :	96,136
Potencia de conexión (W) :	100
Intensidad corriente eléctrica (A) :	10
Bisagra de la puerta :	Derecha reversible
Tensión (V) :	220-240
Frecuencia (Hz) :	50
Certificaciones de homologación :	CE, VDE
Longitud del cable de alimentación eléctrica (cm) :	240
Autonomía en caso de corte de la corriente :	16
Nº de motocompresores :	1
Nº de sistemas de frío independientes :	3
Ventilador interior sección frigorífico :	No
Puerta reversible :	Si
Nº de bandejas ajustables en el compartimento frigorífico :	3
Estantes para botellas :	Si
Código EAN :	4242002881461
Marca :	Bosch
Código comercial del producto :	KGF39SW45
Clase de eficiencia energética (2010/30/EC) :	A+++
Consumo anual de energía (kWh/annum) - NUEVA (2010/30/EC) :	180,00
Capacidad neta del frigorífico (2010/30/EC) :	256
Capacidad neta del congelador (2010/30/EC) :	87
Sistema No frost :	Total
Período de subida de la temperatura :	16
Capacidad de congelación (2010/30/EC) :	14
Clase climática :	SN-T
Nivel de contaminación acústica (dB(A) re 1 pW) :	38
Tipo de instalación :	N/A



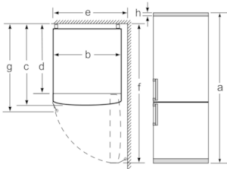
**Serie | 8, Frigorífico combinado de libre  
instalación, Acabado en cristal, 203 x 60 cm,  
Blanco  
KGF39SW45**

**Frigorífico combi No Frost con zona  
VitaFresh Pro 0°C: conserva tus alimentos  
frescos el triple de tiempo.**

- 
- Home Connect: control vía app con el accesorio KSZ10HC00
  - Clase de eficiencia energética A+++ dentro del rango A+++ (más eficiente) a D (menos eficiente)
  - Motor Inverter: máxima eficiencia energética A+++ (dentro del rango de A+++ a D)
  - Tecnología No Frost, Full Skin Condenser. Mayor capacidad, mayor eficiencia y menor ruido. Sin limitaciones en la instalación
  - Tecnología VitaFresh Pro: prolonga la conservación de los alimentos hasta el triple de tiempo
  - Tecnología VitaFresh Pro: regulación independiente de los tres compartimentos
  - Cajón VitaFresh Pro 0°C con control de humedad para frutas y verduras
  - Cajón VitaFresh Pro 0°C para carnes y pescados
  - Iluminación interior LED, y además, con efecto SoftStart
  - Pantalla LCD TouchControl integrada en la puerta
  - Bandejas de cristal EasyAccess con topes de seguridad
  - Botellero cromado de gran capacidad
  - Refrigeración "Súper" con desconexión automática
  - Alarma óptica y acústica de puerta abierta
  - Tiradores laterales integrados
  - Equipamiento interior con perfiles cromados
  - Consumo de energía: 180 kWh/año
  - Capacidad bruta/útil total: 395/343 litros
  - Capacidad de congelación: 14 kg/24 horas
  - Potencia sonora: 38 dB(A) re 1 pW
  - Apertura de puerta a la derecha, puerta reversible
  - Dimensiones del aparato (alto x ancho x fondo sin tirador):  
203 x 60 x 66 cm

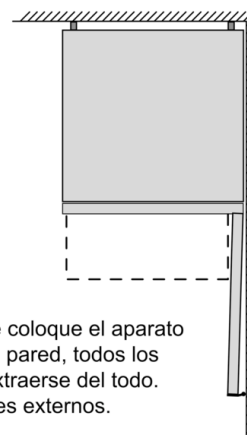
**Serie | 8, Frigorífico combinado de libre  
instalación, Acabado en cristal, 203 x 60 cm,  
Blanco  
KGF39SW45**

Nombre del aparato	a	b	c	d	e	f	g	h
KG39/KGF39 (Tirador interior)	2030	600	660	590	600	1210	660	12
KG39/KGF39 (Tirador exterior)	2030	600	660	590	640	1210	700	12

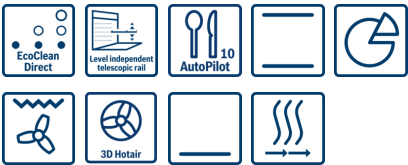
Descripción
a. Altura
b. Anchura
c. Profundidad con la puerta cerrada y sin tirador
d. Profundidad del armario
e. Anchura con la puerta abierta a 90°
f. Profundidad con la puerta abierta
g. Profundidad con la puerta cerrada y con tirador
h. Distancia para el montaje en un nicho o un armario empotrado

Dimensiones en mm



En caso de que se coloque el aparato  
directamente en la pared, todos los  
cajones pueden extraerse del todo.  
\* Con y sin tiradores externos.

Serie | 6, Horno, Acero inoxidable  
HBA5370S0



Accesorios incluidos

1 x Parrilla profesional  
1 x Bandeja universal

Accesorios opcionales

HEZ327000 : Piedra Pizza  
HEZ532010 : Bandeja profunda con antiadherente cerám  
HEZ538000 : rail telescópico intercambiable en altur  
HEZ638200 : Guías telescópicas 2 niveles  
HEZ638300 : Guías telescópicas 3 niveles

Horno multifunción: conseguirás resultados de asado y horneado perfectos.

- **Recetas Gourmet:** hasta 10 recetas pre-programadas. Selecciona solo el tipo de alimento y peso, y disfruta. Resultados perfectos.
- **Sistema de calentamiento 3D Profesional:** resultados perfectos cocinando simultaneamente en 3 niveles.
- **Clip Rails en un nivel:** raíles intercambiables en altura. Fácilmente intercambiables.
- **Display LCD con luz blanca y mandos ocultables:** fácil manejo del horno y acceso directo a toda la información necesaria como funciones adicionales, indicación de temperatura...
- **Panel trasero autolimpiante:** gracias al recubrimiento especial del panel trasero, la limpieza del interior de tu horno será mucho más sencilla.

Datos técnicos

Color del frontal :	Acero inoxidable
Tipo de construcción :	Integrable
Sistema de limpieza :	No
Medidas del nicho de encastre :	585-595 x 560-568 x 550
Dimensiones aparato (alto, ancho, fondo (sin incluir la puerta)) (mm) :	595 x 594 x 548
Medidas del producto embalado (mm) :	675 x 690 x 660
Material del panel de mandos :	Metallic
Material de la puerta :	vidrio
Peso neto (kg) :	34,275
Volúmen útil (de la cavidad) :	71
Metodo de coccion :	Aire caliente suave, Función Pizza, Grill de amplia superficie, Hornear, Sólera, Turbogrill, Turbohornear 3D
Material de la cavidad :	Other
Regulacion de temperatura :	Sin control de temperatura
Número de luces interiores :	1
Certificaciones de homologacion :	CE, VDE
Longitud del cable de alimentación eléctrica (cm) :	120
Código EAN :	4242005056514
Número de cavidades - (2010/30/CE) :	1
Clase de eficiencia energética (2010/30/EC) :	A
Consumo de energía por ciclo convencional (2010/30/EC) :	0,97
Energy consumption per cycle forced air convection (2010/30/EC) :	0,81
Índice de eficiencia energética (2010/30/CE) :	95,3
Potencia de conexión eléctrica (W) :	3400
Intensidad corriente eléctrica (A) :	16
Tensión (V) :	220-240
Frecuencia (Hz) :	60; 50
Tipo de clavija :	Schuko con conexión a tierra





## **Serie | 6, Horno, Acero inoxidable HBA5370S0**

### **Horno multifunción: conseguirás resultados de asado y horneado perfectos.**

- 
- Horno multifunción
  - Recetas Gourmet: 10 recetas automáticas. Selecciona el tipo de alimento y el peso, y disfruta
  - Multifunción (7 funciones):
    - Sistema de calentamiento 3D Profesional, Calor superior e inferior, Grill con aire caliente, Grill de amplia superficie, Función pizza, Calor inferior, Aire caliente suave
  - Clip Rails: raíles intercambiables en altura
  - Panel trasero autolimpiante
  - Apertura abatible de la puerta
  - Display LCD con luz blanca y mandos giratorios, y ocultables
  - Iluminación halógena en el interior del horno
  - Reloj electrónico programable de inicio y paro de cocción
  - Función Sprint de precalentamiento rápido
  - Clase de eficiencia energética A (dentro del rango de A+++ a D)
  - Capacidad: 71 litros
  - Accesorios: Bandeja profunda, Parrilla profesional.
  - Consultar y respetar las dimensiones de encastre facilitadas en el manual de instalación



Serie | 2, Campana decorativa de pared, 75 cm, Metallic DWB76BC50



Accesorios opcionales

- DHZ1225 : Canal de ventilación
- DHZ1235 : Canal de ventilación
- DSZ5201 : CleanAir filtro de carbón activo
- DSZ6200 : CleanAir Juego de arranque
- DWZ0DX0U0 : Juego de arranque
- DWZ0XX0I0 : Integrated CleanAir Recirculation Kit
- DWZ0XX0J0 : Integrated CleanAir Recirculation Kit
- DZZ0XX0P0 : CleanAir filtro de carbón activo

Campana decorativa de pared: diseño propio y diferencial para tu cocina.

- **Potencia de extracción:** 619 m³/h que consiguen una buena calidad de aire en la cocina de manera rápida.
- **Iluminación LED:** máxima eficiencia energética.

Datos técnicos

Color del conducto decoratiivo :	Metallic
Tipología :	Chimenea
Certificaciones de homologacion :	CE, Morocco, VDE
Longitud del cable de alimentación eléctrica (cm) :	130
Altura del conducto decorativo :	583-912/583-1022
Altura del producto, sin conducto decorativo :	53
Dist mín resp zonas cocc eléct :	550
Dist mín resp zonas cocc gas :	650
Peso neto (kg) :	11,381
Tipo de control :	Mecánico
Número de niveles de extracción :	3
Máxima extracción de aire (m3/h) :	619
Máxima extracción de aire en recirculación (m3/h) :	359
Numero de lámparas :	2
Nivel de contaminación acústica (dB(A) re 1 pW) :	70
Diámetro de la salida de aire :	120 / 150
Material del filtro antigrasa :	Aluminio lavable
Código EAN :	4242005051083
Potencia de conexión (W) :	220
Intensidad corriente eléctrica (A) :	10
Tensión (V) :	220-240
Frecuencia (Hz) :	50; 60
Tipo de clavija :	Schuko con conexión a tierra
Tipo de instalación :	Montaje en pared



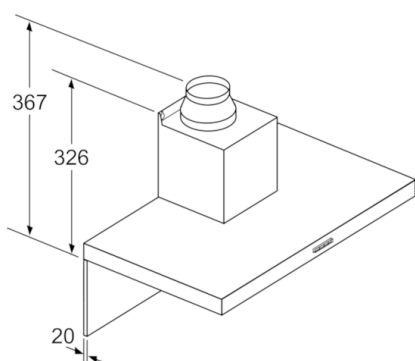
## **Serie | 2, Campana decorativa de pared, 75 cm, Metallic DWB76BC50**

### **Campana decorativa de pared: diseño propio y diferencial para tu cocina.**

---

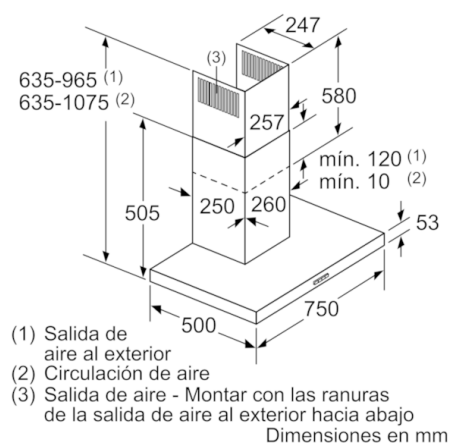
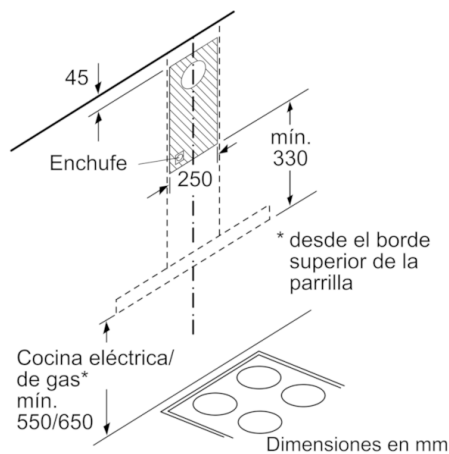
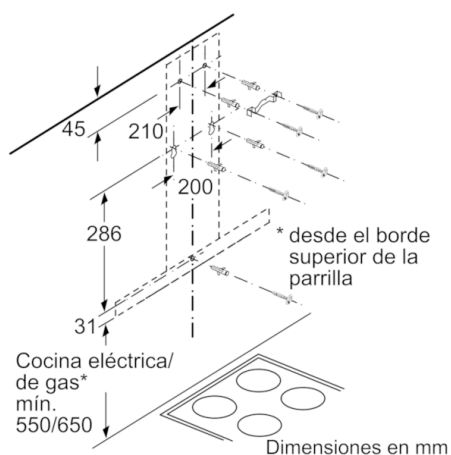
- Para montar en pared
- Clase de eficiencia energética B (dentro del rango A++ a E).
- Filtros de aluminio multicapa
- Teclas para seleccionar el nivel de potencia de extracción, iluminación, encender o apagar el funcionamiento de la campana
- Control mecánico.
- Iluminación LED
- 3 potencias de extracción
- Capacidad máxima de extracción: 619 m<sup>3</sup>/h.
- Potencia de extracción en nivel 3: 619 m<sup>3</sup>/h.
- Potencia sonora en nivel 3: 70 dB (A).
- Posibilidad de instalarse en recirculación o con salida al exterior
- Válvula antirretorno incluida
- Consultar y respetar las dimensiones de encastre facilitadas en el manual de instalación
- Descubre y consulta todos los accesorios disponibles con tu campana en la pestaña "Accesorios". ¡Sácale el máximo partido y rendimiento!

## Serie | 2, Campana decorativa de pared, 75 cm, Metallic DWB76BC50



Si se usa una pared trasera, se debe tener en cuenta el diseño del aparato.

Dimensiones en mm



## **12.8. ANEXOS: VIABILIDAD ECONÓMICA**

Presupuesto:  
Vivienda unifamiliar equivalente a la objeto de estudio

## Presupuesto parcial nº 1 Instalaciones

Num.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
1.1.- Red de saneamiento horizontal					
1.1.1.- Arquetas					
1.1.1.1	Ud	Arqueta con sumidero sifónico y desagüe directo lateral, registrable, enterrada, construida con fábrica de ladrillo cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5, de dimensiones interiores 50x50x65 cm, sobre solera de hormigón en masa HM-30/B/20/I+Qb de 15 cm de espesor, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento, industrial, con aditivo hidrófugo, M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores mefíticos. Incluso mortero para sellado de juntas.	1,000	180,59	180,59
1.1.1.2	Ud	Arqueta sifónica, registrable, enterrada, construida con fábrica de ladrillo cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5, de dimensiones interiores 50x50x80 cm, sobre solera de hormigón en masa HM-30/B/20/I+Qb de 15 cm de espesor, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento, industrial, con aditivo hidrófugo, M-15 formando aristas y esquinas a media caña, con sifón formado por un codo de 87°30' de PVC largo, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores mefíticos. Incluso mortero para sellado de juntas y sumidero sifónico prefabricado de hormigón con salida horizontal de 90/110 mm y rejilla homologada de PVC.	2,000	175,55	351,10
Total 1.1.1.- ASA Arquetas:					531,69
1.1.2.- Acometidas					
1.1.2.1	m	Acometida general de saneamiento, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales a la red general del municipio, con una pendiente mínima del 2%, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales, formada por tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 160 mm de diámetro exterior, pegado mediante adhesivo, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería, con	20,000	68,38	1.367,60



**Presupuesto parcial nº 1 Instalaciones**

Num.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
		sus correspondientes juntas y piezas especiales. Incluso líquido limpiador y adhesivo para tubos y accesorios de PVC y hormigón en masa HM-20/P/20/I para la posterior reposición del firme existente.			
1.1.2.2	Ud	Conexión de la acometida del edificio a la red general de saneamiento del municipio a través de pozo de registro. Incluso junta flexible para el empalme de la acometida y mortero de cemento para repaso y bruñido en el interior del pozo.	2,000	220,96	441,92
Total 1.1.2.- ASB Acometidas:					1.809,52
1.1.3.- Sistemas de evacuación de suelos					
1.1.3.1	Ud	Instalación de sumidero sifónico de PVC, de salida vertical de 75 mm de diámetro, con rejilla de PVC de 200x200 mm, para recogida de aguas pluviales o de locales húmedos. Incluso accesorios de montaje, piezas especiales y elementos de sujeción.	1,000	21,89	21,89
Total 1.1.3.- ASI Sistemas de evacuación de suelos:					21,89
Total 1.1.- AS Red de saneamiento horizontal:					2.363,10
1.2.- Canalones					
1.2.1	m	Canalón trapecial de PVC con óxido de titanio, de 140x108 mm, color blanco, para recogida de aguas, formado por piezas preformadas, fijadas con gafas especiales de sujeción al alero, con una pendiente mínima del 0,5%. Incluso soportes, esquinas, tapas, remates finales, piezas de conexión a bajantes y piezas especiales. Incluye: Replanteo del recorrido del canalón y de la situación de los elementos de sujeción. Fijación del material auxiliar para montaje y sujeción a la obra. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	8,000	27,54	220,32
Total 1.2.- ISC Canalones:					220,32
1.3.- Evacuación de aguas					
1.3.1.- Bajantes					
1.3.1.1	m	Bajante interior de la red de evacuación de aguas residuales, formada por tubo de PVC, serie B, de 90 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor; unión pegada con adhesivo. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos y accesorios de PVC, material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	3,250	18,93	61,52
1.3.1.2	m	Bajante interior de la red de evacuación	3,250	24,84	80,73

## Presupuesto parcial nº 1 Instalaciones

Num.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
1.3.1.3	m	de aguas residuales, formada por tubo de PVC, serie B, de 125 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor; unión pegada con adhesivo. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos y accesorios de PVC, material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.			
		Bajante interior de la red de evacuación de aguas pluviales, formada por tubo de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor; unión pegada con adhesivo. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos y accesorios de PVC, material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	6,900	17,79	122,75
Total 1.3.1.- ISB Bajantes:					265,00
1.3.2.- Derivaciones individuales					
1.3.2.1	Ud	Red interior de evacuación para cuarto de baño con dotación para: inodoro, lavabo sencillo, bañera, bidé, realizada con tubo de PVC, serie B para la red de desagües.	1,000	364,59	364,59
1.3.2.2	Ud	Red interior de evacuación para cocina con dotación para: fregadero, toma de desagüe para lavavajillas, realizada con tubo de PVC, serie B para la red de desagües.	1,000	176,86	176,86
Total 1.3.2.- ISD Derivaciones individuales:					541,45
Total 1.3.- IS Evacuación de aguas:					806,45
1.4.- Fontanería					
1.4.1.- Acometidas					
1.4.1.1	Ud	Acometida enterrada de abastecimiento de agua potable de 4 m de longitud, formada por tubo de polietileno PE 100, de 32 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 2 mm de espesor y llave de corte alojada en arqueta prefabricada de polipropileno.	1,000	487,35	487,35
Total 1.4.1.- IFA Acometidas:					487,35
1.4.2.- Tubos de alimentación					
1.4.2.1	Ud	Alimentación de agua potable, de 8 m de longitud, colocada superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 25 mm de diámetro exterior.	1,000	39,57	39,57
Total 1.4.2.- IFB Tubos de alimentación:					39,57
1.4.3.- Contadores					
1.4.3.1	Ud	Preinstalación de contador general de agua de 1/2" DN 15 mm, colocado en hornacina, con llave de corte general de compuerta.	1,000	68,85	68,85
Total 1.4.3.- IFC Contadores:					68,85
1.4.4.- Instalación interior					
1.4.4.1	Ud	Instalación interior de fontanería para cuarto de baño con dotación para: inodoro, lavabo sencillo, bañera, bidé,	1,000	486,55	486,55

**Presupuesto parcial nº 1 Instalaciones**

Num.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
		realizada con polietileno reticulado (PE-X), para la red de agua fría y caliente.			
1.4.4.2	Ud	Instalación interior de fontanería para cocina con dotación para: fregadero, toma y llave de paso para lavavajillas, realizada con polietileno reticulado (PE-X), para la red de agua fría y caliente.	1,000	284,09	284,09
1.4.4.3	Ud	Instalación interior de fontanería para galería con dotación para: lavadero, toma y llave de paso para lavadora, realizada con polietileno reticulado (PE-X), para la red de agua fría y caliente.	1,000	251,84	251,84
Total 1.4.4.- IFI Instalación interior:					1.022,48
Total 1.4.- IF Fontanería:					1.618,25
1.5.- Calefacción, climatización y A.C.S.					
1.5.1.- Calderas eléctricas					
1.5.1.1	Ud	Caldera mural mixta eléctrica para calefacción y A.C.S., potencia de 4,5 kW, constituida por cuerpo de caldera, envolvente, vaso de expansión, bomba, termostato y todos aquellos componentes necesarios para su funcionamiento incorporados en su interior; incluso accesorios de fijación, con regulación de la temperatura del circuito mediante termostato de ambiente electrónico con pantalla digital, programable tipo estándar. Totalmente montada, conexionada y probada. Incluye: Replanteo mediante plantilla. Colocación y fijación de la caldera y sus componentes. Replanteo, fijación y conexión a la red de los elementos de regulación y control. Nivelación de los elementos. Conexionado de los elementos a la red. Puesta en marcha. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	1,000	2.076,79	2.076,79
Total 1.5.1.- ICI Calderas eléctricas:					2.076,79
1.5.2.- Sistemas de conducción de agua					
1.5.2.1	m	Circuito primario de sistemas solares térmicos formado por tubo de cobre rígido, de 13/15 mm de diámetro, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica.	8,600	23,13	198,92
1.5.2.2	m	Tubería de distribución de agua caliente de calefacción formada por tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), con barrera de oxígeno (EVOH), de 16 mm	27,500	14,24	391,60

**Presupuesto parcial nº 1 Instalaciones**

Num.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
		de diámetro exterior y 2 mm de espesor, PN=6 atm, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica.			
Total 1.5.2.- ICS Sistemas de conducción de agua:					590,52
1.5.3.- Emisores por agua para climatización					
1.5.3.1	Ud	Radiador de aluminio inyectado, con 448,2 kcal/h de emisión calorífica, de 6 elementos, de 425 mm de altura, con frontal plano, para instalación con sistema bitubo, con llave de paso termostática.	5,000	136,68	683,40
1.5.3.2	Ud	Radiador de aluminio inyectado, con 747 kcal/h de emisión calorífica, de 10 elementos, de 425 mm de altura, con frontal plano, para instalación con sistema bitubo, con llave de paso termostática.	1,000	195,06	195,06
Total 1.5.3.- ICE Emisores por agua para climatización:					878,46
1.5.4.- Captación solar					
1.5.4.1	Ud	Captador solar térmico completo, partido, para instalación individual, para colocación sobre cubierta inclinada, compuesto por: dos paneles de 2320x1930x90 mm en conjunto, superficie útil total 4,04 m², rendimiento óptico 0,819 y coeficiente de pérdidas primario 4,227 W/m²K, según UNE-EN 12975-2, depósito de 300 l, grupo de bombeo individual, centralita solar térmica programable.	1,000	3.217,81	3.217,81
Total 1.5.4.- ICB Captación solar:					3.217,81
Total 1.5.- IC Calefacción, climatización y A.C.S.:					6.763,58
1.6.- Eléctricas					
1.6.1.- Puesta a tierra					
1.6.1.1	Ud	Red de toma de tierra para estructura de hormigón del edificio con 36 m de conductor de cobre desnudo de 35 mm².	1,000	159,93	159,93
1.6.1.2	Ud	Red de equipotencialidad en cuarto húmedo.	1,000	48,83	48,83
Total 1.6.1.- IEP Puesta a tierra:					208,76
1.6.2.- Cajas generales de protección					
1.6.2.1	Ud	Caja de protección y medida CPM1-S2, de hasta 63 A de intensidad, para 1 contador monofásico, instalada en el interior de hornacina mural, en vivienda unifamiliar o local.	1,000	161,96	161,96
Total 1.6.2.- IEC Cajas generales de protección:					161,96
1.6.3.- Derivaciones individuales					
1.6.3.1	m	Derivación individual monofásica fija en superficie para vivienda, formada por cables unipolares con conductores de cobre, ES07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G10 mm², siendo su tensión asignada de 450/750 V, bajo tubo protector de	15,500	13,35	206,93

**Presupuesto parcial nº 1 Instalaciones**

Num.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
		PVC rígido, blindado, de 32 mm de diámetro.			
Total 1.6.3.- IED Derivaciones individuales:					206,93
1.6.4.- Instalaciones interiores					
1.6.4.1	Ud	Red eléctrica de distribución interior de una vivienda unifamiliar con electrificación elevada, con las siguientes estancias: acceso, vestíbulo, pasillo, comedor, dormitorio doble, dormitorio sencillo, baño, cocina, compuesta de: cuadro general de mando y protección; circuitos interiores con cableado bajo tubo protector: C1, C2, C3, C4, C5, 2 C8, C9, C10; mecanismos gama media (tecla o tapa: blanco; marco: blanco; embellecedor: blanco).	1,000	2.506,73	2.506,73
Total 1.6.4.- IEI Instalaciones interiores:					2.506,73
Total 1.6.- IE Eléctricas:					3.084,38
1.7.- Iluminación					
1.7.1.- Interior					
1.7.1.1	Ud	Suministro e instalación empotrada de luminaria circular de techo Downlight, de 250 mm de diámetro, para 2 lámparas fluorescentes TC-D de 26 W; con cerco exterior y cuerpo interior de aluminio inyectado, acabado lacado, de color blanco; reflector de aluminio de alta pureza y balasto magnético; protección IP20 y aislamiento clase F. Incluso lámparas.	9,000	117,57	1.058,13
Total 1.7.1.- III Interior:					1.058,13
Total 1.7.- II Iluminación:					1.058,13
1.8.- Ventilación					
1.8.1.- Aireadores					
1.8.1.1	Ud	Suministro y colocación de aireador de paso, de aluminio, caudal máximo 15 l/s, de 725x20x82 mm, con silenciador acústico de espuma de resina de melamina y aislamiento acústico de 34 dBA. Incluso elementos de fijación.	2,000	36,89	73,78
1.8.1.2	Ud	Suministro y montaje de aireador de admisión graduable, de aluminio lacado en color a elegir de la carta RAL, caudal máximo 10 l/s, de 1200x80x12 mm, con abertura de 800x12 mm, aislamiento acústico de 39 dBA y filtro antipolución. Incluso elementos de fijación.	3,000	53,83	161,49
1.8.1.3	Ud	Suministro y montaje de boca de extracción, autorregulable, caudal máximo 16,7 l/s, aislamiento acústico de 56 dBA formada por rejilla, cuerpo de plástico color blanco de 170 mm de diámetro exterior con cuello de conexión de 125 mm de diámetro y regulador de plástico. Incluso elementos de fijación.	2,000	19,19	38,38
Total 1.8.1.- IVA Aireadores:					273,65
1.8.2.- Ventilación híbrida para viviendas					

## Presupuesto parcial nº 1 Instalaciones

Num.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
1.8.2.1	Ud	Suministro e instalación en el extremo exterior del conducto de extracción (boca de expulsión), en vivienda unifamiliar, de extractor estático mecánico, de 153 mm de diámetro y 415 mm de altura, de 250 m³/h de caudal máximo, 137 W de potencia máxima con motor de alimentación monofásica (230V/50Hz) y 900 r.p.m. de velocidad máxima. Incluso material de fijación.	1,000	706,52	706,52
Total 1.8.2.- IVH Ventilación híbrida para viviendas:					706,52
1.8.3.- Ventilación adicional específica en cocina para viviendas					
1.8.3.1	Ud	Suministro e instalación en el interior de la campana de extractor de cocina, de dimensiones 218x127x304 mm, velocidad 2250 r.p.m., caudal de descarga libre 250 m³/h, con tramo de conexión de tubo flexible de aluminio a conducto de extracción para salida de humos. Incluso elementos de fijación.	1,000	89,68	89,68
1.8.3.2	Ud	Suministro y montaje en el extremo exterior del conducto de extracción (boca de expulsión) de aspirador giratorio con sombrero dinámico, de aluminio (Dureza H-24), para conducto de salida de 250 mm de diámetro exterior, para ventilación de cocinas. Incluso elementos de fijación.	1,000	183,04	183,04
Total 1.8.3.- IVK Ventilación adicional específica en cocina para viviendas:					272,72
1.8.4.- Conductos de admisión y extracción para ventilación					
1.8.4.1	m	Conducto circular de ventilación formado por tubo de chapa de acero galvanizado de pared simple lisa, autoconectable macho-hembra, de 100 mm de diámetro y 0,6 mm de espesor de chapa, colocado en posición horizontal. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	4,530	10,45	47,34
1.8.4.2	m	Conducto circular de ventilación formado por tubo de chapa de acero galvanizado de pared simple helicoidal, de 100 mm de diámetro y 0,5 mm de espesor, colocado en posición horizontal. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	4,530	8,74	39,59
Total 1.8.4.- IVV Conductos de admisión y extracción para ventilación:					86,93
Total 1.8.- IV Ventilación:					1.339,82
<b>Total presupuesto parcial nº 1 Instalaciones:</b>					<b>17.254,03</b>

**Presupuesto parcial nº 2 Aparatos especiales incluidos en la vivienda**

<b>Num.</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>	<b>Precio (€)</b>	<b>Importe (€)</b>
2.2	Ud	Lavadora WTE 6511 BW "Beko" con una eficiencia energética A+++ y consumo de agua de 40l/lavado	1,000	338,87	338,87
2.3	Ud	Grifo monomando convencional para lavabo	1,000	25,96	25,96
2.4	Ud	Grifo monomando convencional para cocina	1,000	56,60	56,60
<b>Total presupuesto parcial nº 2 Aparatos especiales incluidos en la vivienda:</b>					<b>421,43</b>

Presupuesto de ejecución material	Importe (€)
<b>1 Instalaciones</b>	<b>17.254,03</b>
1.1.- Red de saneamiento horizontal	2.363,10
1.1.1.- Arquetas	531,69
1.1.2.- Acometidas	1.809,52
1.1.3.- Sistemas de evacuación de suelos	21,89
1.2.- Canales	220,32
1.3.- Evacuación de aguas	806,45
1.3.1.- Bajantes	265,00
1.3.2.- Derivaciones individuales	541,45
1.4.- Fontanería	1.618,25
1.4.1.- Acometidas	487,35
1.4.2.- Tubos de alimentación	39,57
1.4.3.- Contadores	68,85
1.4.4.- Instalación interior	1.022,48
1.5.- Calefacción, climatización y A.C.S.	6.763,58
1.5.1.- Calderas eléctricas	2.076,79
1.5.2.- Sistemas de conducción de agua	590,52
1.5.3.- Emisores por agua para climatización	878,46
1.5.4.- Captación solar	3.217,81
1.6.- Eléctricas	3.084,38
1.6.1.- Puesta a tierra	208,76
1.6.2.- Cajas generales de protección	161,96
1.6.3.- Derivaciones individuales	206,93
1.6.4.- Instalaciones interiores	2.506,73
1.7.- Iluminación	1.058,13
1.7.1.- Interior	1.058,13
1.8.- Ventilación	1.339,82
1.8.1.- Aireadores	273,65
1.8.2.- Ventilación híbrida para viviendas	706,52
1.8.3.- Ventilación adicional específica en cocina para viviendas	272,72
1.8.4.- Conductos de admisión y extracción para ventilación	86,93
<b>2 Aparatos especiales incluidos en la vivienda</b>	<b>421,43</b>
<b>Total .....</b>	<b>17.675,46</b>

**Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de DIECISIETE MIL SEISCIENTOS SETENTA Y CINCO EUROS CON CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS.**